

METABOLOMIK PROPOLIS LEBAH TANPA SENGAT *Trigona laeviceps* ASAL JAWA BARAT SERTA POTENSINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI

INTAN NURUL AZNI



**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Metabolomik Propolis Lebah *Trigona laeviceps* Asal Jawa Barat serta Potensinya Sebagai Antibakteri” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Intan Nurul Azni
F2601201005

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

INTAN NURUL AZNI. Metabolomik Propolis Lebah Tanpa Sengat *Trigona laeviceps* Asal Jawa Barat serta Potensinya sebagai Antibakteri. Dibimbing oleh DEDE ROBIATUL ADAWIYAH, NANCY DEWI YULIANA, dan USWATUN HASANAH.

Propolis merupakan senyawa resin yang merupakan campuran dari air liur, lilin, dan hasil metabolisme cabang, bunga, serbuk sari, tunas, dan eksudat pohon pada lebah. Propolis sudah lama dikenal karena memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Propolis dan ekstrak propolis bersifat antiseptik, antiinflamasi, antioksidan, antibakteri, antijamur, antimaag, antikanker, dan imunomodulator. Komponen bioaktif propolis bervariasi tergantung pada sumber tanaman yang dihisap oleh lebah. Komponen yang umumnya terkandung pada propolis yakni lilin, resin, balsam, minyak atsiri, serta metabolit primer dan sekunder dari tanaman yang dihisap seperti asam amino, vitamin, fenol, terpenoid, dan alkaloid. Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk meneliti komposisi kimia propolis dari lebah *Trigona laeviceps* asal Jawa Barat dan mengidentifikasi komponen antibakteri dari propolis dari lebah *Trigona laeviceps* dengan pendekatan metabolomik.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama terdiri dari karakterisasi propolis *Trigona laeviceps* mentah (analisis lilin, gum, proksimat, total fenol, tanin, flavonoid, alkaloid, dan saponin), ekstraksi propolis *Trigona laeviceps* dengan 3 pelarut, dan uji aktivitas antibakteri ekstrak propolis *Trigona laeviceps* dengan menggunakan metode difusi cakram. Pelarut yang digunakan yaitu akuades (polar), etanol (semi polar), dan n-heksanaa (non polar). Tahap kedua terdiri dari *profiling* senyawa pada ekstrak propolis *Trigona laeviceps* dari tiga wilayah di Jawa Barat yaitu Bandung, Sumedang, dan Purwakarta dengan pendekatan metabolomik; uji aktivitas antibakteri dari senyawa pada ekstrak propolis *Trigona laeviceps* dengan konsentrasi hambat minimum (KHM)/*minimum inhibitory concentration* (MIC). Data aktivitas antibakteri dianalisis dengan *one way Analysis of Varian* (ANOVA) pada perangkat *Statistical Product and Service Solutions* (IBM SPSS) versi 27 dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. Analisis data multivariat komponen aktif diterapkan dengan menggunakan area puncak senyawa serta mengorelasikan dengan aktivitas antibakteri dengan teknik *Orthogonal Projection to Latent Structure* (OPLS). Data OPLS dianalisis menggunakan software SIMCA versi 18.

Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan komponen terbesar dari propolis mentah lebah *Trigona laeviceps* asal Bogor adalah lemak (65,47%). Berdasarkan hasil uji kualitatif, lilin, gum, tanin, flavonoid, dan alkaloid terdeteksi dalam propolis mentah. Kandungan fenol pada sampel sebesar 3,08 GAE/g, tanin sebesar 34,45 mg/g, dan flavonoid sebesar 21,88 mgQCE/g. Semua sampel tidak memiliki zona hambat terhadap bakteri Gram-negatif (*Escherichia coli* dan *Salmonella Typhimurium*). Sementara itu, pada bakteri Gram-positif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, dan *Streptococcus mutans*), ekstrak etanol propolis menunjukkan zona hambat tertinggi (16,92 mm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa etanol merupakan pelarut yang paling sesuai untuk mengekstrak komponen antibakteri pada propolis



dengan metode difusi cakram. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai jual dari industri propolis lebah *Trigona laevicep* di Bogor.

Hasil penelitian tahap kedua menunjukkan bahwa ekstrak heksana memiliki aktivitas antibakteri tertinggi pada seluruh lokasi pengambilan sampel ($p < 0,05$), dengan rentang nilai MIC antara 2,92% hingga 10,42%. Analisis antibakteri menggunakan metode MIC karena metode difusi cakram pada penelitian tahap pertama diduga tidak efektif untuk sampel ekstrak propolis dengan heksana. Analisis multivariat, meliputi *principal component analysis* (PCA) dan *orthogonal partial least squares–discriminant analysis* (OPLS–DA), menunjukkan bahwa variasi profil kimia ekstrak berasosiasi dengan polaritas pelarut yang digunakan. Analisis OPLS mengidentifikasi senyawa yang berkorelasi positif dengan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella Typhimurium* yaitu asam oleat, ester geranil asetat, asam stearat, α -mangostin, dan kaempferol. Temuan ini mengindikasikan bahwa pelarut non-polar, khususnya heksana, lebih efektif dalam mengekstraksi komponen antibakteri dari propolis *T. laeviceps*, sehingga menunjukkan potensinya sebagai antibakteri alami.

Kata kunci: Antibakteri, lebah, metabolomik, propolis, *Trigona laeviceps*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

INTAN NURUL AZNI. Metabolomic Analysis of Stingless Bee Propolis from *Trigona laeviceps* Originating from West Java and Its Potential as an Antibacterial Agent. Supervised by DEDE ROBIATUL ADAWIYAH, NANCY DEWI YULIANA, and USWATUN HASANAH

Propolis is a resinous compound composed of a mixture of saliva, wax, and the metabolic products of bees derived from branches, flowers, pollen, buds, and tree exudates. Propolis has long been recognized for its numerous health benefits. Both propolis and its extracts exhibit antiseptic, anti-inflammatory, antioxidant, antibacterial, antifungal, anti-ulcer, anticancer, and immunomodulatory properties. The bioactive components of propolis vary depending on the plant sources visited by the bees. Propolis generally contains wax, resin, balsam, essential oils, as well as primary and secondary plant metabolites such as amino acids, vitamins, phenolic compounds, terpenoids, and alkaloids. The general objective of this study was to investigate the chemical composition of propolis produced by *Trigona laeviceps* from West Java and to identify the antibacterial compounds in propolis from *Trigona laeviceps* using a metabolomic approach.

This study consisted of two stages. The first stage included the characterization of raw *Trigona laeviceps* propolis (wax, gum, proximate, total phenol, tannin, flavonoid, alkaloid, and saponin analysis), extraction of *Trigona laeviceps* propolis using three solvents, and antibacterial activity testing of the propolis extracts using the disc diffusion method. The solvents used were distilled water (polar), ethanol (semi-polar), and n-hexane (non-polar). The second stage involved compound profiling of *Trigona laeviceps* propolis extracts from three regions in West Java, namely Bandung, Sumedang, and Purwakarta, using a metabolomic approach; and antibacterial activity testing of the compounds in the propolis extracts using the minimum inhibitory concentration (MIC) method. Antibacterial activity data were analyzed using one-way Analysis of Variance (ANOVA) in the Statistical Product And Service Solutions (IBM SPSS) version 27, followed by Duncan's multiple range test at a 5% significance level. Multivariate analysis of active compounds was conducted using compound peak areas and correlating them with antibacterial activity using the Orthogonal Projection to Latent Structure (OPLS) technique. OPLS data were analyzed using SIMCA software version 18.

The results of the first stage showed that the major component of raw *Trigona laeviceps* propolis from Bogor was fat (65.47%). Based on qualitative tests, wax, gum, tannins, flavonoids, and alkaloids were detected in the raw propolis. The phenolic content of the sample was 3.08 GAE/g, tannin content was 34.45 mg/g, and flavonoid content was 21.88 mgQCE/g. None of the samples exhibited inhibitory zones against Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* and *Salmonella Typhimurium*). In contrast, against Gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, and *Streptococcus mutans*), the ethanol extract of propolis showed the highest inhibitory zone (16.92 mm). The results indicated that ethanol was the most suitable solvent for extracting antibacterial compounds from propolis using the disc diffusion method. These

findings may contribute to increasing the commercial value of the *Trigona laeviceps* propolis industry in Bogor.

The results of the second stage demonstrated that the hexane extract exhibited the highest antibacterial activity across all sampling locations ($p < 0.05$), with MIC values ranging from 2.92% to 10.42%. Antibacterial analysis was conducted using the MIC method because the disc diffusion method applied in the preliminary stage was presumed ineffective for hexane propolis extracts. Multivariate analyses, including principal component analysis (PCA) and orthogonal partial least squares–discriminant analysis (OPLS–DA), revealed that variations in the chemical profiles of the extracts were associated with the polarity of the solvents used. OPLS analysis identified compounds that were positively correlated with antibacterial activity against *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, and *Salmonella Typhimurium*, namely oleic acid, geranyl acetate, stearic acid, kaempferol, and α -mangostin. These findings indicate that non-polar solvents, particularly hexane, are more effective in extracting antibacterial compounds from *Trigona laeviceps* propolis, highlighting its potential as a natural antibacterial agent.

Keywords: Antibacterial, bees, metabolomics, propolis, *Trigona laeviceps*



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**METABOLOMIK PROPOLIS LEBAH TANPA SENGAT
Trigona laeviceps ASAL JAWA BARAT SERTA
POTENSINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI**

INTAN NURUL AZNI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Pangan

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Didah Nur Faridah, S.T.P, M.Si
- 2 Dr. Inas Suci Rahmawati, S.T.P, M.Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Didah Nur Faridah, S.T.P, M.Si
- 2 Dr. Julfi Restu Amelia, S.T.P, M.Si



Judul Disertasi: Metabolomik Propolis Lebah Tanpa Sengat *Trigona laeviceps* Asal Jawa Barat serta Potensinya Sebagai Antibakteri

Nama : Intan Nurul Azni
NIM : F2601201005

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Dede Robiatul Adawiyah, M.Si

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Nancy Dewi Yuliana, S.T.P, M.Sc

Pembimbing 3:

Dr. Uswatun Hasanah, S.T.P., M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Nur Wulandari, S.T.P, M.Si

NIP. 197410032000032001

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi:

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M. Agr

NIP. 196105021986031002

Tanggal Ujian:
(15 Juni 2026)

Tanggal Lulus:

(tanggal penandatanganan oleh Dekan
Fakultas/Sekolah ...)



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2023 sampai Februari 2026 ini ialah Metabolomik Propolis Lebah Tanpa Sengat *Trigona laeviceps* Asal Jawa Barat Serta Potensinya Sebagai Antibakteri. Penelitian S3 ini dibiayai oleh Kementerian Keuangan Republik Indonesia melalui beasiswa Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) RI.

Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Dede Robiatul Adawiyah, M.Si selaku Ketua Komisi Pembimbing, Ibu Prof. Dr. Nancy Dewi Yuliana, S.T.P., M.Sc dan Ibu Dr. Uswatun Hasanah, S.T.P., M.Si selaku Anggota Komisi Pembimbing atas segala arahan, masukan, motivasi, perhatian, dan bimbingan yang diberikan dengan penuh kesabaran, ketelitian, dan keikhlasan selama proses penelitian dan penulisan disertasi ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Didah Nur Faridah, S.T.P., M.Si, Ibu Dr. Inas Suci Rahmawati, S.T.P., M.Si dan Ibu Dr. Julfi Restu Amelia, S.T.P, M.Si selaku penguji luar komisi yang telah memberikan berbagai saran, kritik, dan masukan yang sangat berharga sehingga disertasi ini menjadi lebih baik.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Nur Wulandari, S.T.P., M.Si selaku Ketua Program Studi Doktor Ilmu Pangan IPB University dan Ibu Dr. Endang Prangdimurti, S.T.P., M.Si selaku Sekretaris Program Studi Doktor Ilmu Pangan IPB University atas arahan, dukungan, motivasi, serta berbagai fasilitas akademik yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan doktor. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian IPB University atas dukungan, kebijakan, dan kesempatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan penelitian ini dengan baik. Penghargaan yang setinggi-tingginya juga penulis sampaikan kepada seluruh dosen Program Studi Doktor Ilmu Pangan IPB University yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman berharga selama masa pendidikan.

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Mba Sarah, Mba Dinda, Pak Dodi, Mba Ari, Mba Vida, Teh Asih, Abah, Pak Yahya, Mba Ulfah, Mba Ria N., Mba Ria C.N., Mba Dira, Mba Ody, serta seluruh tenaga kependidikan dan karyawan Program Studi Doktor Ilmu Pangan, SEAFast Center, dan Advanced Research Laboratory IPB University atas bantuan, pelayanan, serta kemudahan administrasi maupun fasilitas laboratorium yang diberikan selama penelitian dan penyelesaian disertasi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik dan Teknologi IPB University, SEAFast Center, dan Advanced Research Laboratory IPB University yang telah menyediakan fasilitas penelitian sehingga seluruh rangkaian penelitian dapat terlaksana dengan baik.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Kelompok Mina Lestari, Purwakarta, Bee Eight Farm, Bandung, dan BIT Farm, Sumedang atas bantuan dan kerja sama yang diberikan selama proses pengambilan sampel penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan seluruh staf pengajar Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Kesehatan, Universitas Sahid atas dukungan, kesempatan, dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi doctoral ini.



Penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui Program Beasiswa Doktor sehingga penulis dapat menempuh pendidikan dan melaksanakan penelitian ini dengan baik.

Secara khusus, penulis mempersembahkan rasa hormat, cinta, dan terima kasih yang mendalam kepada Ibu Azizah Ratna Sumatra, Ayah Nurponco, serta adik tercinta, Isnatami Nurul Azni, atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, dukungan moral, semangat, serta kepercayaan yang tiada henti diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan doktor.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh rekan mahasiswa Program Studi Doktor Ilmu Pangan IPB University khususnya teman seperjuangan angkatan 2020, para sahabat, dan semua pihak yang telah memberikan bantuan, semangat, kerja sama, serta kebersamaan selama proses studi dan penelitian. Akhirnya, penulis berharap semoga disertasi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang ilmu pangan, serta bagi semua pihak yang membutuhkannya dan menjadi nilai ibadah di sisi Allah *Subhānahu wa Ta'ālā*.

Bogor, Juli 2026

Intan Nurul Azni

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kebaruan (<i>Novelty</i>)	4
1.7 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Lebah <i>Trigona laeviceps</i>	5
2.2 Propolis	5
2.3 Metabolomik	12
III METODOLOGI	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Metode	14
3.4 Analisis Data	22
IV KARAKTERISASI PROPOLIS MENTAH DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK PROPOLIS LEBAH <i>Trigona laeviceps</i> DENGAN BERBAGAI PELARUT	24
Abstrak	24
4.1 Pendahuluan	24
4.2 Bahan dan Metode	26
4.3 Hasil dan Pembahasan	28
4.4 Simpulan	36
V METABOLOMIK DAN SENYAWA ANTIBAKTERI PROPOLIS LEBAH <i>Trigona laeviceps</i> DARI BEBERAPA WILAYAH DI JAWA BARAT	37
Abstrak	37
5.1 Pendahuluan	38
5.2 Bahan dan Metode	38
5.3 Hasil dan Pembahasan	41
5.4 Kesimpulan	53
VI PEMBAHASAN UMUM	54
VII KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan	59
7.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
RIWAYAT HIDUP	84



DAFTAR TABEL

1.	Penelitian terdahulu manfaat propolis sebagai antibakteri	8
2.	Karakteristik propolis mentah <i>Trigona laeviceps</i> asal Bogor, Jawa Barat	29
3.	Zona hambat ekstrak propolis Lebah <i>Trigona laeviceps</i> asal Bogor, Jawa Barat	34
4.	Rendemen Ekstrak Propolis <i>T. laeviceps</i> asal Purwakarta, Bandung, dan Sumedang yang diekstrak dengan berbagai pelarut	41
5.	Senyawa penanda per Kelompok	46
6.	Aktivitas antibakteri ekstrak propolis asal Purwakarta, Bandung, dan Sumedang	47
7.	Identifikasi senyawa yang berkorelasi positif dengan aktivitas antibakteri, dengan nilai VIP > 0,7	50
8.	Distribusi vegetasi berdasarkan wilayah dan sumber polen, nektar, dan resin	55

DAFTAR GAMBAR

1.	<i>Tetragonula laeviceps</i>	5
2.	Sarang dan propolis lebah <i>T. laeviceps</i>	6
3.	Tahapan penelitian	15
4.	Rendemen ekstrak propolis <i>Trigona laeviceps</i> asal Bogor dari berbagai pelarut	32
5.	Profil senyawa ekstrak propolis <i>T. laeviceps</i> propolis asal Purwakarta, Bandung, dan Sumedang menggunakan UHPLC-HRMS	42
6.	<i>Heatmap</i> dari 48 senyawa yang teridentifikasi pada ekstrak propolis Warna merah menunjukkan konsentrasi rendah, sementara warna hijau menunjukkan konsentrasi tinggi	44
7.	<i>Score plot</i> PCA yang diperoleh dari pengukuran UHPLC-HRMS	45
8.	<i>Score plot</i> OPLS-DA sampel propolis	45
9a.	<i>Score plot</i> OPLS data LC-MS sampel propolis dan aktivitas penghambatan <i>Escherichia coli</i>	48
9b.	<i>Score plot</i> OPLS data LC-MS sampel propolis dan aktivitas penghambatan <i>Salmonella Typhimurium</i>	48
9c.	<i>Score plot</i> OPLS data LC-MS sampel propolis dan aktivitas penghambatan <i>Staphylococcus aureus</i>	49
9d.	<i>Score plot</i> OPLS data LC-MS sampel propolis dan aktivitas penghambatan <i>Listeria monocytogenes</i>	49



DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil analisis statistik antibakteri penelitian tahap 1	70
--	----

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.