

**PENGARUH JENIS PELARUT EKSTRAKSI DAN
KONSENTRASI PROPOLIS TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIK DAN KIMIA EKSTRAK PROPOLIS CAIR
(*Tetragonula laeviceps*)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pasundan

Oleh :

Yusuf Soffian

NPM: 223020088



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH JENIS PELARUT EKSTRAKSI DAN KONSENTRASI PROPOLIS TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA EKSTRAK PROPOLIS CAIR (*Tetragonula laeviceps*)

Oleh :

Yusuf Soffian

NPM : 223020088

(Program Studi Teknologi Pangan)

Propolis merupakan bahan alami kaya senyawa bioaktif yang pemanfaatannya memerlukan proses ekstraksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jenis pelarut ekstraksi (etanol 96%, propilen glikol, dan madu *Trigona*) dan konsentrasi propolis (5%, 10%, dan 15%) terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair *Tetragonula laeviceps* menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE). Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap I mengkarakterisasi pelarut murni sebagai data dasar dan tahap II membuat ekstrak propolis cair menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 3x3 dengan 3 kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi total padatan terlarut dan intensitas warna sebagai karakteristik fisik, serta pH, aktivitas antioksidan metode DPPH, dan kadar gula pereduksi metode spektrofotometri sebagai karakteristik kimia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pelarut, konsentrasi propolis, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diuji. Ekstrak berbasis madu *Trigona* menghasilkan total padatan terlarut dan gula pereduksi tertinggi masing-masing 83,80 °Brix dan 45,35%, namun memiliki aktivitas antioksidan paling lemah (IC₅₀ 337,82-369,42 ppm). Sebaliknya, ekstrak berbasis etanol 96% menunjukkan aktivitas antioksidan paling kuat (IC₅₀ 163,45-226,43 ppm). Peningkatan konsentrasi propolis secara konsisten meningkatkan total padatan terlarut, intensitas warna, dan kadar gula pereduksi, serta menurunkan pH dan nilai IC₅₀. Madu *Trigona* berpotensi sebagai pelarut alternatif (*green solvent*) dalam ekstraksi propolis, meskipun aktivitas antioksidan yang dihasilkan masih memerlukan optimasi lebih lanjut.

Kata Kunci : propolis, *Tetragonula laeviceps*, *Microwave-Assisted Extraction*, madu *Trigona*, aktivitas antioksidan.

ABSTRACT

THE EFFECT OF EXTRACTION SOLVENT TYPE AND PROPOLIS CONCENTRATION ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF LIQUID PROPOLIS EXTRACT (*Tetragonula laeviceps*)

By :

Yusuf Soffian

NPM : 223020088

(Departement of Food Technology)

*Propolis is a natural material rich in bioactive compounds that requires an appropriate extraction process for its utilization. This study aimed to investigate the effects of extraction solvent type (96% ethanol, propylene glycol, and Trigona honey) and propolis concentration (5%, 10%, and 15%) on the physical and chemical characteristics of liquid propolis extract from *Tetragonula laeviceps* using the Microwave-Assisted Extraction (MAE) method. The study was conducted in two stages : Stage I involved the preparation of liquid propolis extracts using 3x3 factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The observed parameters included total soluble solids and color intensity as physical characteristics, as well as pH, antioxidant activity determined using the DPPH method, and reducing sugar content determined by spectrophotometry as chemical characteristics.*

The results showed that solvent type, propolis concentration, and their interaction significantly affected all parameters tasted. The Trigona honey-based extracts produced the highest total soluble solids and reducing sugar content, at 83,80 °Brix and 45,35%, respectively, but exhibited the weakest antioxidant activity (IC₅₀ of 338,82 ppm-369,42 ppm). In contrast, the 96% ethanol-based extracts showed the strongest antioxidant activity (IC₅₀ of 163,45 ppm-226,43 ppm). Increasing the propolis concentration consistently increased total soluble solids, color intensity, and reducing sugar content, while decreasing pH and IC₅₀ values. Trigona honey has potential as an alternative green solvent for propolis extraction, although further optimization is required to improve its antioxidant activity.

*Keywords : propolis, *Tetragonula laeviceps*, Microwave-Assisted Extraction, Trigona honey, antioxidant activity.*

**PENGARUH JENIS PELARUT EKSTRAKSI DAN
KONSENTRASI PROPOLIS TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIK DAN KIMIA EKSTRAK PROPOLIS CAIR
(*Tetragonula laeviceps*)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pasundan

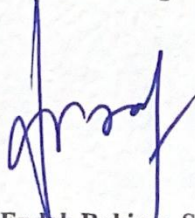
Oleh :

Yusuf Soffian

NPM: 223020088

Menyetujui :

Pembimbing I



(Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si.)

Pembimbing II



(Dr. Hari Hariadi, S.T.P., M.T.)

**PENGARUH JENIS PELARUT EKSTRAKSI DAN
KONSENTRASI PROPOLIS TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIK DAN KIMIA EKSTRAK PROPOLIS CAIR
(*Tetragonula laeviceps*)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pasundan

Oleh :

Yusuf Soffian

NPM: 223020088

Menyetujui :

**Koordinator Belmawabud
(Pembelajaran, Kemahasiswaan, Alumni, Agama, dan Budaya
Program Studi Teknologi Pangan
Fakultas Teknik
Universitas Pasundan**



(Rizal Maulana Ghaffar, S.T., M.T.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “PENGARUH JENIS PELARUT EKSTRAKSI DAN KONSENTRASI PROPOLIS TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA EKSTRAK PROPOLIS CAIR (*Tetragonula laeviceps*)”. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari tak lepas dari pihak-pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, doa, dan semangat kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya.

Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama penulisan tugas akhir.
2. Dr. Hari Hariadi, S.T.P., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama penulisan tugas akhir.
3. Nabila Marthia, S.T., M.Si.P. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, masukan, dan saran sehingga penulisan laporan ini dapat disempurnakan dengan baik.
4. Kedua orang tua penulis Bapak Muhidin dan Ibu Carcih, serta kakak penulis Atik Yulianti dan Ali Rachmanto yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan kepada penulis selama penulisan tugas akhir.
5. Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan yang telah menjadi wadah menuntut ilmu dan pengembangan penulis selama masa perkuliahan di Universitas Pasundan.
6. Himpunan Mahasiswa Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan yang telah menjadi wadah pengembangan penulis selama

sebagai pengurus baik dari segi akademik maupun non akademik selama perkuliahan di Universitas Pasundan.

7. Teman-teman Teknologi Pangan Universitas Pasundan Angkatan 2022 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
8. Kepada Teh Elvia Rachmawati, Teh Widia, dan Kang Ilman yang telah membantu, memberikan masukan, saran dan kritik kepada penulis selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
9. Teman-teman satu tim dalam penelitian yaitu Timotius Marvel Martanto, Bella Indah Crisfana, Indah Wulandari, Hani Uswatun Hasanah, Nazmi Ghita Fauziah, Nazwa Amelia Cahyani, Salwa Afiah Wahyudin, Ismail Ahmad Danial Nur Anbiya, Zahra Putri Alviena, dan Riafany Agustin yang sudah saling mendukung dan menguatkan, berbagi ilmu pengetahuan, serta berjuang bersama selama penulisan tugas akhir ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari para pembaca sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi seluruh pihak yang membacanya.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Kerangka Pemikiran.....	6
1.6 Hipotesis Penelitian	10
1.7 Tempat dan waktu penelitian	10
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	 11
2.1 Propolis	11
2.2 Ekstraksi Propolis	12
2.3 Alkohol.....	13
2.4 Propilen Glikol.....	14
2.5 Madu	16
2.6 Madu Trigona.....	19
2.7 Madu Trigona (<i>Tetragonula laeviceps</i>).....	21
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	 23
3.1 Bahan dan Alat.....	23
3.1.1 Bahan	23
3.1.2 Alat.....	23
3.2 Metode Penelitian	24

3.2.1 Penelitian Tahap I	24
3.2.2 Penelitian Tahap II	24
3.2.3 Rancangan Perlakuan.....	24
3.2.4 Rancangan Percobaan	25
3.2.5 Rancangan Analisis.....	27
3.2.6 Rancangan Respon.....	28
3.2.6.1 Respon Fisik	28
3.2.6.2 Respon Kimia	28
3.3 Prosedur Penelitian	29
3.3.1 Penelitian Tahap I Pengujian Pendahuluan Jenis Pelarut Ekstraksi.....	29
3.3.2 Penelitian Tahap II Pembuatan Ekstrak Propolis Cair <i>Tetragonula laeviceps</i>	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Penelitian Tahap I	35
4.1.1 Respon Fisik	35
4.1.1.1 Analisis Total Padatan Terlarut	35
4.1.1.2 Analisis Intensitas Warna	36
4.1.2 Respon Kimia	37
4.1.2.1 Analisis Aktivitas Antioksidan.....	38
4.1.2.2 Analisis pH.....	39
4.1.2.3 Analisis Kadar Gula Pereduksi	40
4.2 Hasil Penelitian Tahap II.....	42
4.2.1 Respon Fisik	42
4.2.1.1 Analisis Total Padatan Terlarut	42
4.2.1.2 Analisis Intensitas Warna	45
4.2.2 Respon Kimia	54
4.2.2.1 Analisis pH.....	54
4.2.2.2 Analisis Aktivitas Antioksidan.....	57
4.2.2.3 Analisis Kadar Gula Pereduksi	61

V. KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Rancangan Percobaan Faktorial	25
Tabel III.2 Kelompok Ulangan Rancangan Percobaan	26
Tabel III.3 Analisis Variasi Jenis Pelarut Ekstraksi dan Konsentrasi Ekstrak Propolis Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Ekstrak Propolis Cair <i>Tetragonula laeviceps</i>	27
Tabel IV.4 Hasil Penelitian Tahap I Analisis Total Padatan Terlarut dan Analisis Intensitas Warna	35
Tabel IV.5 Hasil Penelitian Tahap I Analisis Aktivitas Antioksidan, Analisis pH, dan Analisis Kadar Gula Pereduksi	38
Tabel IV.6 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Total Padatan Terlarut (°Brix)	43
Tabel IV.7 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Intensitas Warna L*	46
Tabel IV.8 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Intensitas Warna a*	49
Tabel IV.9 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Intensitas Warna b*	52
Tabel IV.10 Hasil Penelitian Tahap II Analisis pH.....	55
Tabel IV.11 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ (ppm)	58
Tabel IV.12 Klasifikasi Aktivitas Antioksidan	59
Tabel IV.13 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Kadar Gula Pereduksi (%)	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Propolis.....	11
Gambar II.2 Madu.....	16
Gambar II.3 Standar Indonesia Madu	18
Gambar II.4 Madu Trigona	21
Gambar III.5 Penelitian Tahap I Uji Pelarut Etanol 96%.....	29
Gambar III.6 Penelitian Tahap I Uji Pelarut Propilen Glikol.....	30
Gambar III.7 Penelitian Tahap I Uji Pelarut Madu Trigona.....	30
Gambar III.8 Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Propolis Cair	33
Gambar III.9 Lanjutan Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Propolis Cair	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Rancangan Percobaan Penelitian	75
Lampiran 2. Bahan Pembuatan dan Formulasi Ekstrak Propolis Cair.....	75
Lampiran 3. Analisis Intensitas Warna Menggunakan Lovibond Tintometer.....	77
Lampiran 4. Analisis Total Padatan Terlarut (TPT) Menggunakan Metode Refraktometri	77
Lampiran 5. Analisis Kadar Gula Pereduksi Menggunakan Metode Spektrofotometri	78
Lampiran 6. Analisis Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)	79
Lampiran 7. Analisis pH Menggunakan pH Meter	80
Lampiran 8. Kebutuhan Sampel.....	80
Lampiran 9. Rincian Kebutuhan Setiap Respon	81
Lampiran 10. Formulasi Ekstrak Propolis Cair.....	81
Lampiran 11. Data Analisis Total Padatan Terlarut Penelitian Tahap I.....	82
Lampiran 12. Data Analisis Intensitas Warna Penelitian Tahap I	82
Lampiran 13. Data Analisis pH Penelitian Tahap I.....	83
Lampiran 14. Data dan Pehitungan Analisis Aktivitas Antioksidan Penelitian Tahap I	83
Lampiran 15. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Total Padatan Terlarut Penelitian Tahap II.....	86
Lampiran 16. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Intensitas Warna L* Penelitian Tahap II.....	92
Lampiran 17. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Intensitas Warna a* Penelitian Tahap II.....	98
Lampiran 18. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Intensitas Warna b* Penelitian Tahap II.....	104
Lampiran 19. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis pH Penelitian Tahap II.....	110
Lampiran 20. Data dan Perhitungan Analisis Aktivitas Antioksidan Penelitian Tahap II.....	116

Lampiran 21. Anava dan Uji Lanjut Analisis Aktivitas Antioksidan	131
Lampiran 22. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Kadar Gula Pereduksi	137
Lampiran 23. Dokumentasi Penelitian	143

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1.1) Latar Belakang, (1.2), Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Penelitian, (1.6) Hipotesis Penelitian, (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1 Latar Belakang

Propolis merupakan bahan kompleks berbentuk resin yang diproduksi oleh lebah yang mempunyai karakteristik fisik, warna, dan kekentalan yang sangat beragam. Variasi tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain seperti lokasi geografis, jenis tanaman sumber resin, waktu pengambilan, serta musim (Bankova et al., 2000 ; Galeotti et al., 2018). Propolis banyak dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif dari pengobatan alami. Kandungan senyawa bioaktifnya (seperti flavonoid dan senyawa fenolik) diketahui mampu memberikan efek positif bagi tubuh (Segueni et al., 2016 ; Khairunnisa et al., 2020). Propolis dikumpulkan oleh lebah dari berbagai jenis tanaman, terutama dari bagian kuncup dan juga daun. Bagi koloni lebah, propolis berfungsi sebagai bahan pelindung sarang atau sistem pertahanan eksternal, serta memiliki sifat sebagai antimikroba. Berbagai jenis lebah dapat memproduksi propolis, namun salah satu jenis yang diketahui menghasilkan propolis dalam jumlah yang cukup banyak yaitu lebah *Trigona sp.* (Suranto, 2010 ; Khairunnisa et al., 2020). Lebah *Trigona sp.* diperkirakan menghasilkan propolis dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan genus *Apis sp.* dengan kandungan bahan aktif yang lebih baik (Hasan et al, 2006 ; Hasan et al., 2013).

Saat ini lebah tanpa sengat (*Trigona sp*) yang telah dipelajari di seluruh dunia yaitu berjumlah 500 spesies, dan lebih dari 100 spesies belum dipelajari (Michener et al., 2013 ; Agussalim et al., 2023). Menurut Kahono et al. (2018), dalam Agussalim et al. (2023), menyatakan bahwa di Indonesia memiliki 46 spesies yang berada di beberapa pulau di Indonesia, seperti Kalimantan, Sumatera, Jawa, Timor, Sulawesi, Maluku, Ambon, dan Papua. Sementara di provinsi

Yogyakarta, peneliti lain melaporkan terdapat sebanyak 7 spesies yang terdiri dari *Heterotrigona itama*, *Tetragonula Sapiens*, *Tetragonula biroi*, *Tetragonula laeviceps*, *Tetragonula sarawakensis*, *Tetragonula iridipennis*, dan *Lepidotrigona terminata* (Trianto dan Purwanto, 2020 ; Agussalim et al., 2023).

Dari berbagai spesies jenis lebah tanpa sengat yang ada di Indonesia, *Tetragonula laeviceps* merupakan salah satu spesies lebah tanpa sengat yang banyak dijumpai. Di Indonesia dan Malaysia, lebah ini dikenal dengan sebutan kelulut (Chinh et al., 2005 ; Haneda et al., 2022). Melalui aktivitas *foraging*, *Tetragonula laeviceps* menghasilkan berbagai produk seperti madu, serbuk sari lebah, dan propolis yang mempunyai nilai gizi tinggi serta berpotensi memberikan manfaat bagi kesehatan manusia. Propolis yang dihasilkan oleh lebah *Tetragonula laeviceps* dari wilayah Lereng Gunung Merapi Sleman, Yogyakarta dilaporkan mengandung beberapa kelompok senyawa bioaktif utama, yaitu alkaloid 70%, flavonoid 20%, dan terpenoid 5% dengan alfa-fluoro- β -alanin atau asam 3-amino-2-fluoropropanoat 33,55% sebagai senyawa paling dominan dalam kelompok alkaloid (Sudaryadi et al., 2023).

Melimpahnya kandungan senyawa bioaktif tersebut menjadikan propolis sebagai bahan alami yang aman, terbarukan, dan berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pangan guna meningkatkan kualitas serta memperpanjang umur simpan berbagai produk pangan. Namun, kompleksitas komposisi propolis menyebabkan senyawa bioaktifnya tidak dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa melalui proses pengolahan yang tepat. Oleh karena itu berbagai pendekatan seperti ekstraksi selektif telah banyak dikembangkan untuk memperoleh senyawa bioaktif propolis secara lebih efektif sehingga dapat diaplikasikan secara optimal dalam bidang pangan maupun kesehatan (El-Sakhawy et al., 2023 ; Miłek et al., 2024). Selain itu karena kandungan pengotor yang masih tinggi serta sifat propolis yang sukar larut dalam air menyebabkan propolis mentah tidak dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan pangan, maka proses ekstraksi diperlukan untuk mengisolasi senyawa aktif yang terdapat dalam propolis (Bankova et al., 2021 ; Miłek et al., 2024). Komposisi kimia

ekstrak propolis dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain prosedur atau metode ekstraksi yang digunakan, perbandingan pelarut terhadap bahan, dan jenis pelarut yang digunakan (Pobiega et al., 2019 ; Miłek et al., 2024).

Berbagai metode ekstraksi telah dikembangkan seperti maserasi, *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE), dan *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Dibandingkan dengan metode konvensional, MAE mampu mempercepat proses ekstraksi melalui pemanasan volumetrik sehingga mempercepat penetrasi pelarut ke dalam matriks propolis, meningkatkan pelepasan senyawa bioaktif, mengurangi penggunaan pelarut, serta menurunkan waktu ekstraksi tanpa menurunkan kualitas ekstrak (Miłek et al., 2024).

Pemilihan jenis pelarut juga merupakan faktor penting yang menentukan komposisi kimia dan kandungan senyawa bioaktif pada ekstrak propolis. Setiap pelarut memiliki tingkat polaritas dan kemampuan melarutkan senyawa yang berbeda, sehingga akan menghasilkan ekstrak dengan karakteristik kimia, aktivitas biologis, dan potensi aplikasi yang berbeda juga. Berbagai pelarut seperti air, metanol, etanol, propilen glikol, serta pelarut organik lainnya, telah digunakan dalam proses ekstraksi propolis. Diantara pelarut tersebut, etanol dikenal mampu menghasilkan ekstrak dengan kandungan senyawa bioaktif yang tinggi. Namun, penggunaannya memiliki beberapa keterbatasan, seperti karakteristik rasa yang kuat dan kurang sesuai untuk aplikasi tertentu (Watanabe et al., 2011 ; Freitas et al., 2022). Oleh karena itu sebagai alternatif terhadap pelarut berbasis alkohol, propilen glikol telah banyak dikembangkan karena memiliki efektivitas yang baik serta dinilai aman dan tidak toksik (Freitas et al., 2022). Hal tersebut juga didukung dengan pernyataan dari *The Food and Drug Administration* (FDA) yang dimana telah menetapkan propilen glikol sebagai aditif makanan yang umumnya diakui aman (Pratami et al., 2023). Selain propilen glikol dalam penelitian Kolaylı (2023), ekstraksi propolis menggunakan pelarut alternatif ramah lingkungan yaitu campuran madu dan air (*honey-water mixture*), dalam penelitiannya campuran air dan madu rasio 1:20 menghasilkan kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan yang paling baik diantara variasi yang diuji. Hasil tersebut

menunjukkan bahwa madu memiliki potensi sebagai pelarut alternatif dalam ekstraksi propolis.

Selain penggunaan jenis pelarut selama ekstraksi, konsentrasi ekstrak propolis yang digunakan juga merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi karakteristik ekstrak propolis yang dihasilkan. Dalam penelitian Pauliuc et al. (2025), melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak propolis dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif yang terkandung didalamnya suatu formulasi. Penelitian tersebut juga melaporkan bahwa peningkatan propolis menyebabkan kandungan fenolik total yang lebih tinggi serta aktivitas antioksidan yang meningkat secara signifikan, dimana dalam penelitiannya terdapat 3 variasi konsentrasi propolis, yaitu 0,1%, 0,2%, dan 0,3%, formulasi dengan konsentrasi 0,3% menunjukkan efek paling menonjol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi konsentrasi propolis memiliki peran penting dalam menentukan kualitas dan aktivitas biologis dari ekstrak yang dihasilkan sehingga perlu dikaji lebih lanjut dalam ekstrak propolis cair.

Berbagai penelitian sebelumnya dari Freitas et al. (2022), telah melaporkan bahwa etanol merupakan pelarut yang efektif untuk mengekstrak senyawa bioaktif propolis, sedangkan propilen glikol mulai dikembangkan sebagai pelarut alternatif yang aman dengan kemampuan ekstraksi yang mendekati etanol (Freitas et al., 2022). Penelitian dari Kolaylı (2023) campuran madu dan air berpotensi digunakan sebagai *green solvent* dalam ekstraksi propolis. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya hanya mengevaluasi satu jenis pelarut atau membandingkan efektivitas beberapa pelarut tanpa mengkaji pengaruh variasi konsentrasi propolis terhadap karakteristik ekstrak yang dihasilkan. Selain itu, penelitian mengenai madu sebagai pelarut ekstraksi masih sangat terbatas, khususnya propolis yang berasal dari lebah *Tetragonula laeviceps* serta menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE).

Berdasarkan uraian tersebut diperlukan penelitian mengenai pengaruh jenis pelarut, yaitu etanol 96%, propilen glikol, dan madu trigona, serta variasi

konsentrasi propolis terhadap karakteristik ekstrak propolis yang diperoleh menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE).

1.2 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh jenis pelarut ekstraksi terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair *Tetragonula laeviceps* ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi propolis terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair *Tetragonula laeviceps* ?
3. Bagaimana pengaruh interaksi jenis pelarut ekstraksi dan konsentrasi propolis terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair *Tetragonula laeviceps* ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh jenis pelarut ekstraksi dan konsentrasi propolis terhadap karakteristik ekstrak propolis yang berasal dari lebah *Tetragonula laeviceps* yang diperoleh menggunakan metode ekstraksi *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh informasi mengenai kemampuan masing-masing pelarut dalam mengekstraksi senyawa bioaktif propolis serta pengaruh konsentrasi propolis terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis yang dihasilkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis pelarut ekstraksi, yaitu etanol 96%, propilen glikol, dan madu trigona, serta variasi konsentrasi propolis terhadap karakteristik ekstrak propolis yang berasal dari lebah *Tetragonula laeviceps* menggunakan metode ekstraksi *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui interaksi antara jenis pelarut dan konsentrasi ekstrak propolis serta menentukan kombinasi perlakuan yang menghasilkan karakteristik ekstrak propolis terbaik berdasarkan pH, total padatan terlarut, intensitas warna, aktivitas antioksidan, dan kadar gula pereduksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh jenis pelarut ekstraksi dan konsentrasi propolis terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair.
2. Menambah referensi ilmiah mengenai karakteristik ekstrak propolis khususnya yang berasal dari lebah *Tetragonula laeviceps* yang diekstraksi menggunakan etanol 96%, propilen glikol, dan madu trigona sebagai pelarut alternatif.
3. Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan metode ekstraksi propolis, pemanfaatan pelarut alternatif (*Green solvent*), serta pengembangan ekstrak propolis untuk aplikasi di bidang pangan.

1.5 Kerangka Pemikiran

Propolis merupakan zat resin yang bersifat lengket yang dikumpulkan oleh lebah dari kulit serta tunas pohon, umumnya propolis memiliki warna oranye atau coklat. Lebah memanfaatkan propolis sebagai penutup celah sarang guna melindungi masuknya angin dan melindungi sarang dari berbagai macam gangguan dari luar. (Wootton, 2010 ; Zahra et al., 2021). Propolis diketahui memiliki berbagai sifat terapeutik, seperti antibakteri, antiinflamasi, anestetik, antikariogenik, antijamur, antioksidan, serta membantu dalam penyembuhan luka (EAC-PM, 2019 ; Zahra et al., 2021). Komposisi propolis dapat berbeda dipengaruhi oleh jenis lebah, umur tumbuhan, dan darimana propolis itu berasal. Komposisi propolis terdiri dari resin dan balsam $\pm 50\%$, lilin $\pm 30\%$, minyak esensial $\pm 10\%$, pollen $\pm 5\%$, senyawa organik dan mineral $\pm 5\%$ (Kaal, 1991 ; Khairunnisa et al., 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zahra et al. (2021), melaporkan bahwa propolis trigona asal Lombok utara memiliki kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan madu trigona dari daerah yang sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa

karakteristik kimia propolis sangat dipengaruhi oleh asal bahan baku. Selain itu pemanfaatan senyawa bioaktif propolis juga bergantung pada keberhasilan proses ekstraksi, propolis mentah masih mengandung lilin, resin, dan berbagai komponen lain yang dapat menghambat pelepasan senyawa aktif, sehingga diperlukan metode ekstraksi yang tepat untuk memperoleh senyawa bioaktif secara optimal.

Metode ekstraksi yang sering digunakan yaitu maserasi, refluks, dan perkolasi (Wijaya et al., 2018 ; Yarlina et al., 2020). Akan tetapi pada metode ekstraksi konvensional seperti maserasi umumnya membutuhkan waktu yang relatif lama, penggunaan pelarut dalam jumlah besar, serta efisiensi rendah dalam mengekstraksi senyawa bioaktif. Penelitian ini ekstraksi propolis menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE), metode ini berkembang sebagai ekstraksi modern yang mampu mengatasi keterbatasan tersebut dengan memanfaatkan energi gelombang mikro, sehingga proses ekstraksi berlangsung lebih cepat, rendemen senyawa aktif meningkat, serta konsumsi energi dan pelarut mampu ditekan (Li et al., 2019 ; Marthia et al., 2025). Gelombang mikro bekerja dengan berinteraksi terhadap pelarut yang bersifat polar sehingga menghasilkan pemanasan secara cepat. Panas yang terbentuk menyebabkan kadar air dalam sel menguap dan meningkatkan tekanan internal hingga dinding sel mengalami kerusakan atau pecah. Pecahnya dinding sel tersebut mempermudah pelepasan senyawa bioaktif ke dalam pelarut. Sehingga efisiensi dan rendemen ekstraksi meningkat (Tatke et al., 2011 ; Juodeikait'e et al., 2022).

Selain itu kandungan senyawa bioaktif yang dapat diperoleh dari ekstraksi sangat dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan (Sutton et al., 2000 ; Yarlina et al., 2020). Beberapa pelarut yang umum digunakan untuk proses ekstraksi propolis adalah etanol, propilen glikol, dan air. Penggunaan etanol dengan konsentrasi yang berbeda akan menghasilkan variasi jumlah senyawa aktif yang diekstrak. Tingkat kepolaran etanol ditentukan oleh nilai konstanta dielektriknya, semakin tinggi konstanta dielektriknya maka pelarut akan semakin polar (Anjum et al., 2018 ; Yarlina et al., 2020).

Dalam proses ekstraksi MAE, pemilihan pelarut juga berperan penting terhadap efisiensi ekstraksi, etanol merupakan pelarut yang banyak digunakan dalam ekstraksi propolis karena memiliki kemampuan yang baik dalam melarutkan berbagai senyawa bioaktif, sehingga sering dijadikan sebagai pelarut pembanding dalam berbagai penelitian ekstraksi propolis. Etanol 96% dipilih karena memiliki kemampuan dalam efisiensi waktu ekstraksi, mengurangi Risiko degradasi termal, efisiensi energi lebih tinggi, pemanasan volumetric yang cepat mengompensasi kepolaran lebih rendah dibanding etanol 70-80%, serta lebih efektif untuk mengekstraksi spektrum lipofilik seperti beberapa jenis flavonoid dan ester fenolik dalam propolis (Marthia et al., 2025). Berdasarkan penelitian dari Miłek et al. (2024), penggunaan propilen glikol sebagai pelarut ekstraksi propolis juga sangat potensial karena bertindak sebagai *green solvent* yang ramah bagi industri pangan untuk menggantikan pelarut organik konvensional. Diantara berbagai pelarut alternatif non-etanol yang diuji seperti air, gliserol, dan polietilen glikol (PEG 400), hanya propilen glikol murni yang dinilai sebagai pelarut ekstraksi yang efektif dengan kemampuan menghasilkan kadar total fenolik sebesar 4,44 mg/mL yang setara dengan pelarut aseton. Keunggulan ini diperkuat oleh penelitian tentang efisiensi penangkalan radikal bebas DPPH yang sangat baik, serta didukung oleh analisis HPLC-DAD yang membuktikan kemampuan propilen glikol dalam mengekstrak asam *p-coumaric* sebesar 2,49 mg/mL sekaligus memperoleh kandungan kelompok senyawa flavonoid yang sebanding dengan ekstrak etanol. Selain etanol dan propilen glikol, madu mulai dikembangkan sebagai pelarut alternatif (*green solvent*) dalam ekstraksi senyawa bioaktif. Phaisan et al. (2020), melaporkan bahwa *Honey Natural Deep Eutectic Solvent* (H-NADES) efektif digunakan untuk mengekstraksi senyawa daidzin dari akar *Pueraria candollei* var. *mirifica*. Penelitian tersebut juga menyimpulkan bahwa H-NADES berfungsi sebagai *green extraction solvent* yang bebas dari pelarut organik, aman bagi konsumen dan lingkungan. Serta ekstrak yang dihasilkan dapat langsung untuk dikonsumsi. Selain itu, komposisi madu yang didominasi oleh gula, asam amino, dan asam organik memungkinkan

terbentuknya sistem *Natural Deep Eutectic Solvent* yang berperan dalam meningkatkan kemampuan pelarutan senyawa bioaktif.

Serta konsentrasi ekstrak propolis yang digunakan juga dapat mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia propolis cair seperti penelitian yang dilakukan oleh Habryka et al. (2020), menggunakan konsentrasi propolis hingga 1% dalam formulasi dan didapat bahwa peningkatan konsentrasi propolis berpengaruh terhadap sifat fungsional dan sensoris produk. Peningkatan konsentrasi ekstrak propolis akan meningkatkan jumlah senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang terlarut dalam pelarut, sehingga dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia propolis cair. Berdasarkan penelitian Elkassas et al. (2023), penggunaan ekstrak propolis pada rentang 5%, 10%, dan 20% menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap perbaikan karakteristik fisikokimia dan kualitas produk. Peningkatan konsentrasi secara linear terbukti meningkatkan densitas senyawa bioaktif yang terdistribusi dalam pelarut, seperti antioksidan dan stabilitas pH selama penyimpanan (Cottica et al., 2015 ; Elkassas et al., 2023). Selain itu penggunaan konsentrasi propolis 5% dan 10% dapat meningkatkan kualitas produk, kandungan fenolik dan flavonoid, serta memperpanjang umur simpan produk (Saleh et al., 2020 ; Elkassas et al., 2023). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi ekstrak propolis sebesar 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui pengaruh peningkatan konsentrasi terhadap karakteristik fisik dan kimia propolis cair yang diekstrak menggunakan berbagai jenis pelarut (etanol 96%, propilen glikol, dan madu trigona).

Berdasarkan pada uraian tersebut, pemanfaatan madu *Trigona* sebagai pelarut ekstraksi propolis masih sangat terbatas, terutama pada propolis yang berasal dari lebah *Tetragonula laeviceps* dengan menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Selain itu, perbedaan jenis pelarut diduga akan menghasilkan kemampuan ekstraksi senyawa bioaktif yang berbeda, sedangkan dalam peningkatan konsentrasi propolis diperkirakan akan meningkatkan senyawa bioaktif yang terekstrak. Perbedaan tersebut selanjutnya akan mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair yang

dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh jenis pelarut (etanol 96%, propilen glikol, dan madu *Trigona*) serta variasi konsentrasi propolis terhadap karakteristik ekstrak propolis cair yang dihasilkan menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE).

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan, hipotesis penelitian diduga :

1. Jenis pelarut ekstraksi berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair yang berasal dari lebah *Tetragonula laeviceps*.
2. Konsentrasi propolis berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair yang berasal dari lebah *Tetragonula laeviceps*.
3. Terdapat interaksi antara jenis pelarut ekstraksi dan konsentrasi propolis terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair (*Tetragonula laeviceps*).

1.7 Tempat dan waktu penelitian

Tempat penelitian dilakukan di dua tempat yaitu Laboratorium Penelitian Badan Riset dan Inovasi Bandung (BRIN Bandung). Jl Sangkuriang, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung dan Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Kampus IV Universitas Pasundan, Jl Dr. Setiabudi No. 193, Kota Bandung. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan April 2026 hingga September 2026.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (2.1) Propolis, (2.2) Ekstraksi propolis, (2.3) Alkohol, (2.3) Propilen Glikol, (2.4)) Madu

2.1 Propolis



Gambar II.1 Propolis

Propolis merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh lebah madu dan dikumpulkan untuk dimanfaatkan dalam sarang sebagai perlindungan serta penghambat masuknya mikroorganisme (Silva et al., 2012 ; Sudirman et al., 2024). Selain itu, propolis juga sebagai sumber zat gizi alami sekaligus bahan nutraseukal yang berasal dari resin yang dikumpulkan dari kuncup daun serta kulit batang tanaman, kemudian dicampur dengan enzim dan lilin dari sarang lebah (Lofty, 2006 ; Halim et al., 2012). Secara fisik, umumnya propolis memiliki ciri fisik yaitu, kental, lengket, berwarna coklat gelap, serta memiliki aroma khas dengan rasa yang cenderung pahit (Toprakci, 2005 ; Sudirman et al., 2024).

Propolis mengandung berbagai zat dan nutrisi yang serupa dengan madu, sehingga bermanfaat untuk Kesehatan ataupun perawatan pada kecantikan. Beberapa kandungan penting yang terdapat pada propolis yaitu, karbohidrat, zat besi, vitamin B, vitamin C, dan vitamin E. Selain itu, propolis juga kaya akan antioksidan, polifenol, flavonoid, serta minyak esensial dari tanaman, sehingga membuat propolis memiliki sifat antimikroba dan antioksidan (Tianawati, 2022 ; Zantika et al., 2024). Akan tetapi menurut Hidayat et al. (2025), perbedaan

kandungan senyawa aktif pada ekstrak propolis lebah *Trigona*. dapat dipengaruhi oleh kemampuan masing-masing jenis lebah dalam mengumpulkan bahan yang diperlukan untuk membangun sarangnya. Setiap jenis lebah memiliki ukuran dan karakter yang berbeda, sehingga kemampuan mereka dalam memperoleh bahan penyusun sarang juga sangat bervariasi.

Lebah *Trigona sp.* sering dikenal sebagai lebah propolis karena kemampuannya menghasilkan propolis dalam jumlah lebih besar dibandingkan madu. Propolis dari satu koloni dapat mencapai 500g dalam kurun 3 bulan, sedangkan produksi madunya hanya sekitar 250g/koloni (Riendriasari dan Krisnawati, 2017 ; Yarlina et al., 2020).

Aktivitas antioksidan pada propolis yang telah diuji dengan metode DPPH kemudian dibandingkan dengan antioksidan alami yaitu asam askorbat. Hasil pengujian menunjukkan kemampuan propolis dalam menangkap radikal bebas ketika konsentrasinya ditingkatkan. Berdasar nilai IC_{50} , ekstrak propolis mampu menetralkan 50% radikal bebas pada konsentrasi 14,53 ppm, hal ini menunjukkan bahwa senyawa fenolik dalam propolis berperan penting dalam proses penangkapan radikal bebas tersebut (Sativa dan Agustin, 2018).

2.2 Ekstraksi Propolis

Komponen suatu bahan dapat diambil melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut dan metode yang tepat. Pada propolis, proses ekstraksi meliputi 3 tahapan, yaitu pencampuran dengan pelarut, maserasi, serta pemekatan ekstrak yang dihasilkan (Mahani et al., 2011 ; Yarlina et al., 2020). Selain itu, alternatif untuk ekstraksi propolis juga dapat menggunakan metode Microwave-Assisted Extraction (MAE) sebagai metode inovatif untuk mempercepat proses ekstraksi, meningkatkan rendemen senyawa aktif, dan mengurangi penggunaan energi dan pelarut daripada metode ekstraksi tradisional (Marthia et al., 2025). Ekstrak propolis *Trigona sp.* mengandung beberapa senyawa golongan tepernoid, alkaloid, dan flavonoid yang berasal dari tanaman. Keberadaan senyawa metabolit sekunder tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis tumbuhan di sekitar lokasi sarang,

yang menjadi sumber nektar dan resin bagi lebah dalam membangun sarangnya (Hidayat et al., 2025).

Beberapa penelitian membandingkan ekstrak propolis menggunakan pelarut air, etanol, dan metanol. Semua ekstraksi menunjukkan bahwa semua ekstrak mengandung senyawa flavonoid, fenolik, tanin, terpenoid, saponin, alkaloid, glikosida, dan gula pereduksi. Hasil ekstraksi terbaik bervariasi tergantung pelarutnya, dimana ekstrak etanol memiliki total flavonoid tertinggi yaitu 30,01 ppm, ekstrak metanol memiliki total polifenol tertinggi yaitu 477,2 g asam galat/100 g propolis, dan ekstrak air menghasilkan total tanin paling tinggi yaitu 28,57 ppm (Khairunnisa et al., 2020).

2.3 Alkohol

Alkohol merupakan salah satu senyawa organik yang memiliki rumus umum $R-OH$, dalam bidang medis alkohol digunakan sebagai antiseptik dan disinfektan karena sifatnya yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Zuhri dan Dona, 2021 ; Marthisza et al., 2025). Ditandai dengan adanya gugus hidroksil ($-OH$) yang terikat pada rantai karbon. Keberadaan gugus hidroksil tersebut memberikan sifat kimia yang khas sehingga alkohol banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Dalam konteks pengobatan alkohol digunakan untuk membersihkan luka hingga sebagai bahan pengawet dalam formulasi obat (Atmaningsih, 2020 ; Marthisza et al., 2025).

Terdapat beberapa jenis alkohol yang umum digunakan dalam berbagai bidang, antaranya etanol (C_2H_5OH), metanol (CH_3OH), dan isopropyl alkohol (C_3H_7OH), yang masing-masing memiliki sifat serta fungsi yang berbeda (Antonius et al., 2021 ; Marthisza et al., 2025). Dari berbagai jenis alkohol tersebut, etanol merupakan jenis alkohol yang paling banyak digunakan dan juga menjadi komponen utama dalam minuman beralkohol. Selain itu, etanol memiliki pemanfaatan yang luas seperti dijadikan sebagai pelarut dalam berbagai formulasi obat. Meskipun mengonsumsi etanol dalam jumlah moderat dapat memberikan efek tertentu bagi kesehatan, konsumsi berlebihan dapat menimbulkan berbagai

dampak negatif, termasuk kerusakan organ vital dan gangguan kesehatan mental (Marthisza et al., 2025).

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut untuk ekstraksi propolis karena sifatnya polar yang memungkinkan senyawa-senyawa bioaktif dalam propolis seperti tanin, alkaloid, flavonoid, dan fenolik akan mudah untuk diekstraksi (Wasiaturrahmah et al., 2022). Karena kemampuannya dalam melarutkan senyawa-senyawa tersebut etanol juga banyak dimanfaatkan sebagai pelarut untuk mengekstraksi propolis yang mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolik.

2.4 Propilen Glikol

Propilen glikol merupakan senyawa yang berperan sebagai humektan dalam sediaan semisolid gel, emulgel dan krim. Humektan mempengaruhi sifat fisik sediaan seperti homogenitas, daya lekat, daya sebar dan viskositas (Zendrato et al., 2025). Propilen glikol merupakan zat bening, tidak berwarna, kental, praktis tidak berbau, berbentuk cair, dengan rasa manis, sedikit tajam menyerupai gliserin yang berperan sebagai humektan, sehingga dipilih karena lebih aman digunakan dan memiliki viskositas yang lebih rendah (Zendrato et al., 2025). Nama IUPAC dari propilen glikol adalah 1,2-propanadiol, rumus kimianya adalah $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ dan nama komersil yang umum digunakan adalah *Propylene Glycol Industrial* (PGI) dan *Propylene Glycol USP* yang merupakan tingkatan propilen glikol untuk penggunaan industri (Balqis dan Fadli, 2021).

Propilen glikol merupakan suatu senyawa organik yang memiliki sifat toksisitas yang rendah dan sifat formulasi yang baik. Propilen glikol dapat digunakan sebagai bahan baku pada produk makanan, kosmetik, dan juga obat-obatan (Balqis dan Fadli, 2021). Pada industri makanan propilen glikol banyak digunakan sebagai bahan tambahan yang berfungsi sebagai pelarut, kosolven, dan pengawet (N.Hidayat et al., 2019 ; Kurniawaty et al., 2023).

Pelarut berbasis propilen glikol banyak digunakan dalam proses ekstraksi senyawa bioaktif karena memiliki tingkat keamanan yang tinggi, bersifat

biokompatibel, serta telah mendapatkan penerimaan luas dalam berbagai industri seperti farmasi, pangan, dan kosmetik (Hla Myo et al., 2025). Dalam penelitian Hla Myo et al. (2025) juga menyebutkan bahwa kombinasi antara air dan propilen glikol dalam sistem pelarut biner dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi karena memanfaatkan polaritas air serta kemampuan pelarutan propilen glikol, terutama terhadap senyawa fitokimia yang bersifat polar hingga semi-polar seperti senyawa fenolik. Selain itu, penggunaan propilen glikol juga dianggap lebih ramah lingkungan karena memiliki dampak lingkungan yang relatif lebih rendah, dapat digunakan kembali, serta mampu mengurangi penggunaan pelarut organik yang berpotensi bahaya.

Pada penelitian Lusiana et al. (2025), propilen glikol digunakan sebagai humektan dalam optimasi formulasi gel dimana diketahui bahwa propilen glikol mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kelarutan bahan aktif dalam pembawa serta memperbaiki penyebaran gel serta pH. Selain itu Galeotti et al. (2018), menggunakan propilen glikol dengan konsentrasi 98% sebagai pelarut pembawa yang ditambahkan dengan ekstrak propolis, didapat bahwa propilen glikol merupakan pelarut pembawa yang sangat efisien, lebih unggul dari alkohol dalam melarutkan polifenol propolis dalam konsentrasi tinggi. Berdasarkan stabilitasnya propilen glikol juga mampu mempertahankan profil asli dari ekstrak propolis tersebut.

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilaporkan, propilen glikol merupakan senyawa yang memiliki fungsi penting dalam formulasi bahan aktif, baik sebagai humektan, pelarut, maupun bahan pembawa. Kepolaran propilen glikol memungkinkan senyawa ini melarutkan senyawa fenolik yang terdapat dalam propolis. Selain itu, berdasar pada tingkat keamanannya yang tinggi dalam penggunaan di industri pangan dan farmasi menjadikan propilen glikol berpotensi sebagai pelarut dalam propolis cair. Oleh karena itu, propilen glikol digunakan dalam penelitian ini sebagai pelarut ekstraksi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik fisik dan kimia propolis cair.

2.5 Madu



(Sumber : <https://cdn.hellosehat.com/wp-content/uploads/2021/10/761c0317-jenis-madu.jpg?w=750&q=100>)

Gambar II.2 Madu

Madu merupakan produk alam yang terbentuk dari nektar bunga serta sekresi tanaman yang dikumpulkan oleh lebah madu. Zat ini diketahui memiliki sifat sebagai antioksidan, baik secara enzimatik ataupun nonenzimatis. Senyawa fenolik dan flavonoid di dalam madu berperan besar dalam memberikan kemampuan antioksidan yang tinggi. Berbagai manfaat Kesehatan dapat diperoleh dari madu karena komponen antioksidannya mampu menangkal radikal bebas (Aschida et al., 2025). Kandungan antioksidan pada madu terbagi menjadi dua kelompok, yaitu antioksidan enzimatik dan nonenzimatis, antioksidan enzimatik seperti katalase, glukosa oksidase, dan peroksidase. Sedangkan antioksidan nonenzimatis yaitu asam askorbat, flavonoid, asam amino, dan protein (Pontis et al., 2014 ; Evahelda et al., 2017). Selain itu, madu juga memiliki aktivitas antimikroba yang muncul karena efek osmotik, tingkat keasaman, kandungan hidrogen peroksida, dan berbagai senyawa fitokimia didalamnya (Kino et al., 2012 ; Evahelda et al., 2017). Madu juga mengandung berbagai makromolekul dan mikromolekul, diantaranya yaitu karbohidrat, asam amino, enzim, vitamin, dan air. Komposisi ini menjadikan madu banyak dimanfaatkan dalam dunia industri makanan, minuman, farmasi, herbal, dan kosmetik (Apriani et al., 2013 ; Aschida et al., 2025).

Asal daerah suatu tanaman dapat menyebabkan perbedaan pada vegetasinya, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi jenis nektar yang

dikumpulkan oleh lebah madu. Variasi jenis tanaman penghasil nektar berperan besar terhadap perbedaan aroma, rasa, dan warna pada madu. Kandungan nektar pada setiap bunga juga tidak sama, karena setiap tanaman menghasilkan konsentrasi nektar yang berbeda-beda. Wilayah dengan iklim tropis yang lembap dan subur umumnya memiliki ragam tanaman berbunga yang menyediakan nektar yang kayak akan gula dan nutrisi. Sebaliknya jika di daerah yang beriklim seperti gurun yang kering biasanya memiliki jumlah tanaman yang lebih sedikit sehingga produksi nektar terbatas (Harakan et al., 2015 ; Aschida et al., 2025).

Selain itu keberagaman spesies lebah madu juga turut menentukan variasi produk madu yang dihasilkan. Perbedaan madu dapat diamati secara fisik melalui warna, rasa, dan aromanya. Selain karakteristik fisik, perbedaan tersebut juga dapat dilihat dari komposisi kimianya. Secara keseluruhan, komponen utama madu terdiri dari fruktosa dan glukosa. Namun, madu juga mengandung berbagai zat lain yang berperan sebagai penentu kualitasnya, seperti protein, mineral, vitamin, flavonoid, alkaloid, dan senyawa kimia lainnya (Singh et al., 2012 ; Priastomo et al., 2020).

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan		
			Madu hutan	Madu budidaya	Madu lebah tanpa sengat
A	Uji organoleptik				
1	Bau		Khas madu	Khas madu	Khas madu
2	Rasa		Khas madu	Khas madu	Khas madu
B	Uji laboratoris				
1	Aktivitas enzim diastase	DN	min 1 ^{*)}	min 3 ^{*)}	min 1 ^{*)}
2	Hidroksimetilfurfural (HMF)	mg/kg	maks 40	maks 40	maks 40
3	Kadar air	% b/b	maks 22	maks 22	maks 27,5
4	Gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa)	% b/b	min 65	min 65	min 55
5	Sukrosa	% b/b	maks 5	maks 5	maks 5
6	Keasaman	ml NaOH/kg	maks 50	maks 50	maks 200
7	Padatan tak larut dalam air	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,7
8	Abu	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,5
9	Cemaran logam				
	9.1 Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,0	maks 1,0	maks 1,0
	9.2 Cadmium (Cd)	mg/kg	maks 0,2	maks 0,2	maks 0,2
	9.3 Merkuri (Hg)	mg/kg	maks 0,03	maks 0,03	maks 0,03
10	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks 1,0	maks 1,0	maks 1,0
11	Kloramfenikol	Mg/kg	tidak terdeteksi		
CATATAN ^{*)} Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen					

(Sumber : SNI 3545-2018)

Gambar II.3 Standar Indonesia Madu

Berdasarkan pada standar mutu yang tercantum pada SNI 3545-2018 tersebut, kualitas madu dapat ditentukan melalui parameter utama yang berkaitan dengan sifat fisik maupun kimianya. Sementara itu, menurut Sarig (2011) dalam Suedy (2023) menyatakan karakteristik madu yang baik juga dapat dilihat dari total gula yang terkandung didalamnya, dimana kadar gula total pada madu berdasarkan *U.S. Patent Application Publication* tahun 2011 yang memenuhi standar kualitas berada pada kisaran 76-83°Brix.

Di Indonesia sedikitnya memiliki beragam jenis lebah yang mampu menghasilkan madu, seperti jenis *Apis cerana*, *Apis dorsata* (dikenal sebagai lebah hutan, tawon gung, atau odeng), *Apis florea* (lebah kecil atau bonceng), dan *Apis mellifera* yang merupakan jenis lebah impor (Sudradjat, 1996 ; Erwan et al., 2022). Setiap jenis lebah menghasilkan madu dengan karakteristik yang berbeda, termasuk perbedaan warna, dan rasanya (Royani et al., 2023 ; Marnisah et al., 2024). Salah satu jenis lebah penghasil madu dan telah banyak dibudidayakan adalah lebah *Trigona sp.*, budidaya *Trigona sp.* lebih mudah dibandingkan dengan

lebah hutan *Apis sp.* dan harga jual madu *Trigona sp.* juga lebih tinggi, hal itu yang membuat masyarakat tertarik untuk membudidayakannya (Kamaruddin, 2002 ; Ginting et al., 2024). Hingga saat ini, terdapat sekitar 37 spesies lebah *Trigona sp.* yang telah teridentifikasi di Indonesia dan sebagian besar diantaranya berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai penghasil madu dan produk lainnya (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, 2018 ; Maryani et al., 2024).

2.6 Madu Trigona

Madu *Trigona* merupakan salah satu jenis madu yang berasal dari jenis lebah *Trigona sp.* yaitu kelompok lebah tanpa sengat (*stingless bee*) (Rizki et al., 2023). Cita rasa madu *Trigona* dapat berbeda-beda antara satu jenis dengan lainnya, hal ini bergantung pada jenis vegetasi yang menjadi sumber pakan, baik itu bunga maupun bagian tanaman lain yang dikunjungi oleh lebah *Trigona* (Dyah et al., 2017 ; Syamsul et al., 2022). Budidaya lebah *Trigona sp.* dapat dijadikan pilihan untuk meningkatkan produksi madu karena proses pemeliharannya relatif sederhana dan tidak rumit, lebah ini juga tidak memiliki sengat sehingga pemanenannya maupun pengelolaannya tidak membutuhkan perlengkapan perlindungan khusus. Selain itu, nilai harganya yang lebih mahal dibandingkan dengan madu yang dihasilkan oleh lebah jenis *Apis sp.* menjadikan lebah *Trigona sp.* menjadi salah satu daya tarik untuk membudidayakannya (Wahyuningsih et al., 2021 ; Rizki et al., 2023).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Danggi (2023), yaitu tentang analisis kualitas madu produksi kelompok peternak lebah *Trigona* di desa Watabenua Kabupaten Konawe Selatan, kadar air yang terkandung dalam madu *Trigona* rata-rata kadar air yaitu 26,3%, jika dilihat berdasar pada SNI 3545-2018 kadar air paling tinggi yaitu 27,5% yang berarti masih memenuhi standar. Pada pengukuran pH rata-rata madu *Trigona* yang dihasilkan adalah 3,9, dan berdasarkan pada nilai total padatan terlarutnya rata-rata adalah 72,53 derajat Brix, Sedangkan jika dilihat dari organoleptiknya menunjukkan bahwa tingkat kesukaan terhadap rasa madu *Trigona* berkisa 4,2 sampai 4,8 yang berarti

tergolong agak suka hingga cenderung suka. Berdasarkan pada penilaian warna berada pada kisaran 4,6 sampai 4,7 yang termasuk kategori cenderung suka. Untuk penilaian aroma berada pada kisaran 4,6 sampai 5 yang termasuk kategori cenderung suka hingga suka. Sementara itu, tingkat kesukaan terkait dengan kekentalan madu *Trigona* berkisar antara 4,06 hingga 4,9 yang berarti berada pada kategori agak disukai hingga cenderung suka.

Madu *Trigona* memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan madu yang dihasilkan lebah madu lain, baik dalam segi warna, viskositas, rasa, gula, kadar air, protein, kalsium, karbohidrat, dan juga lemaknya. Kandungan kimia madu *Trigona* yaitu alkaloid, tanin, dan saponin. Madu *Trigona* juga kaya akan manfaat karena memiliki sifat antioksidan dan sifat antibakteri (Syamsul et al., 2022). Oleh karena itu seperti halnya yang dikemukakan oleh Imron et al. (2022) dalam Rizki et al. (2023) madu *Trigona* diketahui memiliki kemampuan untuk membantu memperkuat sistem imunitas tubuh, sehingga dapat mendukung peningkatan imunitas seseorang.

Berdasarkan dari komposisi bioaktif nya itu seperti sifat antioksidan, antibakteri, dan antidiabetes yang lebih superior dibandingkan dengan jenis madu lainnya (Eswaran et al., 2015 ; Kurniawan et al., 2025). Hal ini menjadikan madu *Trigona* cukup potensial untuk dijadikan sebagai produk alami yang memiliki nilai tinggi dalam industri pangan fungsional dan nutrasetikal (Kurniawan et al., 2025). Menurut Tanuwidjaya et al. (2014) dalam Kurniawan et al. (2025), madu kelulut (*Trigona*) umumnya memiliki rasa keasaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan madu yang diperoleh dari lebah madu jenis *Apis* sp. sedangkan kadar gula dari madu *Trigona* ini lebih rendah dibandingkan dengan madu yang dihasilkan oleh lebah madu jenis *Apis* sp.

2.7 Madu Trigona (*Tetragonula laeviceps*)



Gambar II.4 Madu *Trigona*

Beberapa spesies lebah tanpa sengat (*Trigona sp.*) yang sering dibudidayakan antara lain *Trigona itama*, *Trigona thoracica*, *Trigona biroi*, *Trigona laeviceps*, dan *Trigona terminate*. Kelompok lebah tersebut dikenal mampu memproduksi madu dengan waktu relatif singkat (Suhendra dan Nopriandy, 2021 ; Rizki et al., 2023). Budidaya lebah *Trigona laeviceps* relatif mudah dibandingkan dengan lebah madu jenis *Apis sp* karena spesies ini tidak memiliki sengat dan bisa beradaptasi dengan berbagai lingkungan. Jumlah madu yang dihasilkan lebah *Tetragonula laeviceps* lebih sedikit dibandingkan lebah madu jenis *Apis sp* tetapi proses pengambilan madu terbilang mudah karena struktur sarang lebah ini tersusun atas beberapa komponen yang terpisah, yaitu madu, propolis, polen, dan telur lebah (Nurwahda et al., 2023).

Madu yang dihasilkan oleh lebah *Trigona Tetragonula laeviceps* mempunyai karakteristik mirip dengan madu *Trigona* yang berasal dari spesies lainnya yaitu memiliki rasa asam, memiliki kadar air yang lebih tinggi, dan memiliki tingkat kekentalan agak kental yang dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung dalam madu tersebut (Nurwahda et al., 2023).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Agussalim (2022) madu yang dihasilkan oleh lebah *Trigona Tetragonula laeviceps*, menyatakan bahwa

aktivitas antioksidan, TPC, TFC, pada madu *Tetragonula laeviceps* dipengaruhi secara signifikan oleh asal geografis. Aktivitas antioksidan DPPH ($p < 0,01$) tertinggi ditemukan pada madu dari Depok, Sleman (90,28% pada konsentrasi 0,1 mM) dan tidak berbeda nyata dengan madu dari Bayan, Lombok (89,79%), namun keduanya secara signifikan lebih tinggi dibandingkan madu dari Nglipar, Gunungkidul (61,43%). Kandungan vitamin C ($p < 0,05$) pada madu Depok, Sleman (7,45 mg/100 g) juga tidak berbeda nyata dengan Nglipar, Gunungkidul (6,49 mg/100 g), tetapi lebih rendah dibandingkan dengan Bayan, Lombok (13,58 mg/100 g). Sementara itu, nilai TPC ($p < 0,01$) dan TFC ($p < 0,05$) juga menunjukkan pengaruh asal geografis, dimana TPC madu dari Depok, Sleman (1,67% GAE/100 g) tidak berbeda nyata dengan Bayan, Lombok (2,30% GAE/100 g), tetapi keduanya berbeda signifikan dibandingkan dengan di Nglipar, Gunungkidul yang memiliki nilai lebih rendah yaitu (0,65% GAE/100 g).

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai : (3.1) Bahan dan Alat, (3.2) Metode Penelitian, (3.3) Prosedur Penelitian.

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat ekstrak propolis dalam penelitian ini adalah propolis *Tetragonula laeviceps* yang diperoleh melalui mitra UMKM, larutan etanol 96%, propilen glikol, dan madu *Trigona* sebagai pelarut ekstraksi yang diperoleh dari *e-commerce*.

Bahan lain yang digunakan untuk mendukung proses analisis yaitu sampel ekstrak propolis cair, akuades, larutan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), metanol, etanol 96%, kuersetin, larutan buffer pH standar 4-7, kertas saring Whatman, glukosa standar, dan reagen DNS (3,5-dinitrosalicylic acid).

3.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan ekstrak propolis dengan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) yaitu neraca analitik, pisau, blender, microwave oven, sentrifugator, wadah, pengaduk, dan evaporator untuk memperoleh ekstrak propolis yang pekat, botol kaca amber 100 mL untuk menampung filtrat hasil ekstraksi (ekstrak propolis).

Alat lain yang digunakan dalam proses pengujian ekstrak propolis cair yaitu, gelas kimia, termometer, pipet tetes, spatula, botol sampel, tintometer, rak tabung, refraktometer brix, neraca analitik, tabung reaksi, penangas air, labu ukur 250 ml, labu ukur 100 ml, Erlenmeyer 500 ml, spektrofotometer UV-Vis, kuveet, tabung alas bulat, mikropipet, bak ultrasonik, inkubator, aluminium foil, pH meter, sampel, sendok, timbangan digital, dan label.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan atas dua tahapan utama yaitu Penelitian Tahap I dan Penelitian Tahap II.

3.2.1 Penelitian Tahap I

Penelitian Tahap I, bertujuan untuk menganalisis pelarut (etanol 96%, propilen glikol, madu *Trigona*) yang akan digunakan untuk membuat ekstrak propolis cair *Tetragonula laeviceps*

3.2.2 Penelitian Tahap II

Pada Penelitian Tahap II, yaitu membuat ekstrak propolis dengan menggunakan berbagai jenis pelarut (etanol 96%, propilen glikol, dan madu *Trigona*). Proses ekstraksi propolis dilakukan dengan menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) menggunakan pelarut etanol 96%, propilen glikol, dan juga madu *Trigona*. Pemilihan metode MAE didasarkan pada kemampuannya dalam mempercepat waktu ekstraksi serta meningkatkan efektivitas ekstraksi senyawa bioaktif yang terkandung dalam propolis. Selanjutnya akan dilakukan pengujian ekstrak propolis cair *Tetragonula laeviceps* baik karakteristik fisiknya seperti uji intensitas warna, dan uji Total Padatan Terlarut (TPT). Sedangkan nalisis kimia yang dilakukan mencakup penentuan pH, aktivitas antioksidan, dan kadar gula pereduksi.

3.2.3 Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan pada penelitian ini melibatkan 2 faktor, yaitu pelarut ekstraksi etanol 96%, propilen glikol, madu *Trigona* (P) dan konsentrasi ekstrak propolis *Tetragonula laeviceps* (K) yang terdiri dari 3 taraf.

1. Faktor berbagai jenis pelarut ekstraksi (P) yang digunakan yaitu :
 - p₁= Etanol 96%
 - p₂= Propilen glikol
 - p₃= Madu *Trigona*
2. Faktor konsentrasi ekstrak propolis *Tetragonula laeviceps* (K) yang digunakan terdiri dari 3 taraf yaitu :

$$k_1 = 5\%$$

$$k_2 = 10\%$$

$$k_3 = 15\%$$

3.2.4 Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan menggunakan 2 faktor. Faktor pertama terdiri dari 3 macam pelarut ekstraksi yang berbeda dan faktor kedua terdiri dari 3 taraf konsentrasi ekstrak propolis sehingga terbentuk pola 3x3. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan 9 perlakuan sehingga total terdapat 27 percobaan. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis, dan apabila hasil dari analisis menunjukkan adanya perbedaan nyata antar rata-rata perlakuan ($F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$), maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Untuk mengidentifikasi kelompok perlakuan yang berbeda secara signifikan (Gaspersz, 1995). Rancangan ini melibatkan 2 faktor sebagai berikut.

Tabel III.1 Rancangan Percobaan Faktorial

Jenis Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)	Ulangan		
		1	2	3
p ₁ (Etanol 96%)	k ₁ (5%)	p ₁ k ₁	p ₁ k ₁	p ₁ k ₁
	k ₂ (10%)	p ₁ k ₂	p ₁ k ₂	p ₁ k ₂
	k ₃ (15%)	p ₁ k ₃	p ₁ k ₃	p ₁ k ₃
p ₂ (Propilen Glikol)	k ₁ (5%)	p ₂ k ₁	p ₂ k ₁	p ₂ k ₁
	k ₂ (10%)	p ₂ k ₂	p ₂ k ₂	p ₂ k ₂
	k ₃ (15%)	p ₂ k ₃	p ₂ k ₃	p ₂ k ₃
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	k ₁ (5%)	p ₃ k ₁	p ₃ k ₁	p ₃ k ₁
	k ₂ (10%)	p ₃ k ₂	p ₃ k ₂	p ₃ k ₂
	k ₃ (15%)	p ₃ k ₃	p ₃ k ₃	p ₃ k ₃

Rancangan percobaan dilakukan 3 kali ulangan dengan 9 perlakuan, sehingga totalnya terdapat 27 unit percobaan. Variabel yang diamati yaitu variasi

jenis pelarut ekstraksi (P) dengan konsentrasi ekstrak propolis (K). Berdasarkan rancangan tersebut, disusun denah percobaan 9 perlakuan dengan 3 kali ulangan sebagai berikut.

Tabel III.2 Kelompok Ulangan Rancangan Percobaan

Kelompok Ulangan 1								
p ₁ k ₁	p ₁ k ₂	p ₁ k ₃	p ₂ k ₁	p ₂ k ₂	p ₂ k ₃	p ₃ k ₁	p ₃ k ₂	p ₃ k ₃
Kelompok Ulangan 2								
p ₁ k ₁	p ₁ k ₂	p ₁ k ₃	p ₂ k ₁	p ₂ k ₂	p ₂ k ₃	p ₃ k ₁	p ₃ k ₂	p ₃ k ₃
Kelompok Ulangan 3								
p ₁ k ₁	p ₁ k ₂	p ₁ k ₃	p ₂ k ₁	p ₂ k ₂	p ₂ k ₃	p ₃ k ₁	p ₃ k ₂	p ₃ k ₃

Model percobaan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + K + E_i + P_j + (PK)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

i = 1,2,3 (banyaknya variasi konsentrasi ekstrak propolis)

j = 1, 2, 3 (banyaknya variasi konsentrasi pelarut)

k = 1, 2, 3 (banyaknya ulangan)

Y_{ijk} = Nilai pengamatan dari kelompok ke-k, yang memperoleh taraf ke-i dari faktor (e), taraf ke-j dari faktor (p)

μ = Nilai rata-rata sebenarnya

K = Pengaruh taraf kelompok

E_i = Pengaruh perlakuan taraf ke-i faktor konsentrasi ekstrak propolis

P_j = Pengaruh perlakuan taraf ke-j faktor pelarut

$(ST)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara taraf ke-i dan taraf ke-j

ϵ_{ijk} = Pengaruh alat karena kombinasi perlakuan ij

3.2.5 Rancangan Analisis

Berdasarkan rancangan percobaan tersebut, selanjutnya disusun analisis variansi (ANOVA) untuk mengetahui sejauh mana perlakuan memberikan pengaruh, sebagaimana dilihat pada tabel berikut.

Tabel III.3 Analisis Variasi Jenis Pelarut Ekstraksi dan Konsentrasi Ekstrak Propolis Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Ekstrak Propolis Cair *Tetragonula laeviceps*

Sumber Variasi	Derajat Bebas 9 (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Kelompok	r-1	JKK	KTK	KTP/KTG	F(α , db-P, db-G)
Faktor P	p-1	JKP	KTP	KTP/KTG	F(α , db-p, db-G)
Faktor K	k-1	JKK	KTK	KTK/KTG	F(α , db-k, db-G)
Interaksi PK	(p-1)(k-1)	JKPK	KTPK	KTPK/KTG	F(α , db-pk, db-G)
Galat	(r-1)(pk-1)	JKG	KTG	-	
Total	rp-1	JKT	-	-	

Sumber : (Gaspersz, 1995)

Keterangan :

r = Replikasi (Ulangan)

P = Jenis Pelarut Ekstraksi

K = Konsentrasi Ekstrak Propolis *Tetragonula laeviceps*

Selanjutnya ditentukan hipotesis yang diterima, yaitu :

1. Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ pada taraf 5% atau Sig (P-Value) $> 0,05$ maka tidak ada pengaruh yang nyata antara rata-rata dari setiap perlakuan, artinya

perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik dan kimia propolis cair maka hipotesis ditolak.

2. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf 5% atau $Sig (P-Value) < 0,05$ maka adanya pengaruh yang nyata antara rata-rata dari setiap perlakuan, artinya perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan analisis lanjut untuk melihat perbedaan antara perlakuan dari masing-masing perlakuan pada taraf 5%.

3.2.6 Rancangan Respon

Rancangan respon yang diamati dalam penelitian ini mencakup 2 kelompok parameter, yaitu respon fisik dan respon kimia.

3.2.6.1 Respon Fisik

Analisis respon fisik pada produk ekstrak propolis cair dilakukan melalui beberapa parameter, yaitu :

1. Pengujian Total Padatan Terlarut (TPT), menggunakan metode refraktometri dengan output data berupa persentase. Prinsip kerja alat refraktometer brix yaitu menentukan jumlah zat terlarut dalam larutan dengan melewatkan cahaya ke dalamnya. Penggunaanya dilakukan dengan meneteskan cairan madu pada permukaan alat pada ruangan yang cukup cahaya dan melihat hasilnya pada layar alat (Misto et al., 2016 ; Aulia et al., 2021).
2. Pengujian intensitas warna dilakukan menggunakan alat tintometer, yaitu pengamatan dilakukan pada viewing tube yang menampilkan dua bagian warna. Penentuan warna dilakukan dengan menggeser skala warna yang terdapat pada alat hingga didapatkan warna yang sama dengan sampel (Putri et al., 2024).

3.2.6.2 Respon Kimia

Analisis respon kimia pada produk ekstrak propolis cair dilakukan melalui beberapa parameter, yaitu :

1. Pengujian aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (AOAC, 1995).
2. Pengujian pH dengan menggunakan alat pH meter (AOAC, 1990).
3. Pengujian kadar gula pereduksi menggunakan metode spektrofotometri (Suedy et al., 2023).

3.3 Prosedur Penelitian

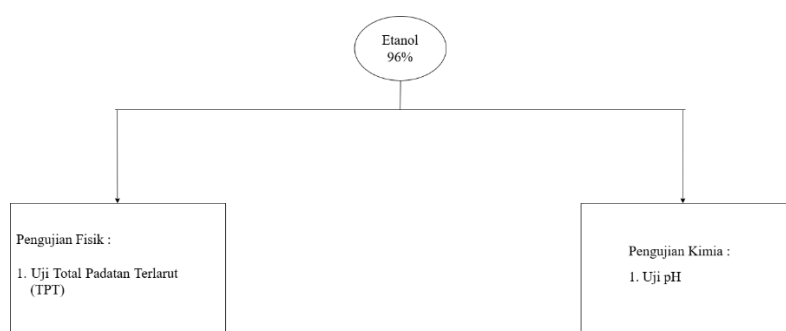
Penelitian ini terdiri atas 2 tahap, yaitu tahap I yang berfokus pada pengujian pendahuluan jenis pelarut sebelum digunakan sebagai pelarut ekstraksi dan tahap II yang berfokus pada proses pembuatan ekstrak propolis, kemudian dilanjutkan dengan berupa pengujian parameter fisik dan kimia ekstrak propolis cair.

3.3.1 Penelitian Tahap I Pengujian Pendahuluan Jenis Pelarut Ekstraksi

Pengujian jenis pelarut ekstraksi yang terdiri dari etanol 96%, propilen glikol, dan madu *Trigona* dilakukan dengan beberapa tahapan berikut :

1. Etanol 96%

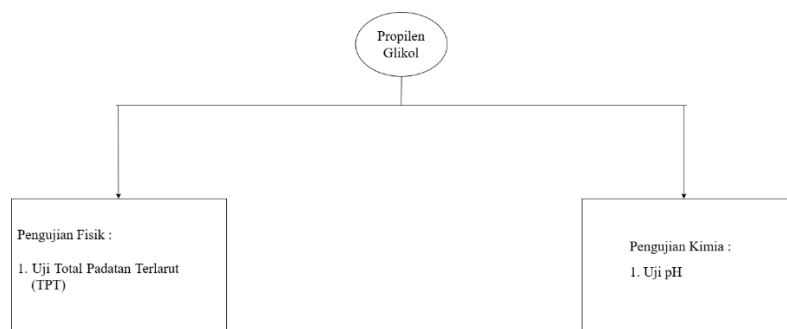
Pengujian karakteristik bahan pelarut murni etanol 96% mencakup dua aspek, yaitu pengujian fisik berupa uji Total Padatan Terlarut (TPT) dan pengujian kimia berupa uji pH.



Gambar III.5 Penelitian Tahap I Uji Pelarut Etanol 96%

2. Propilen Glikol

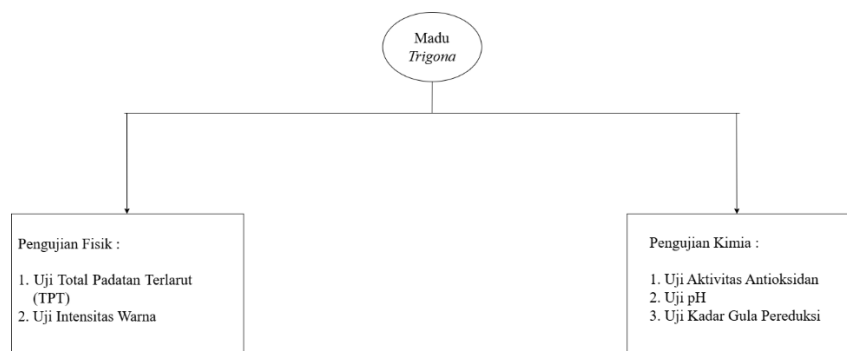
Pengujian karakteristik bahan pelarut murni etanol 96% mencakup dua aspek, yaitu pengujian fisik berupa uji Total Padatan Terlarut (TPT) dan pengujian kimia berupa uji pH.



Gambar III.6 Penelitian Tahap I Uji Pelarut Propilen Glikol

3. Madu *Trigona*

Pengujian karakteristik bahan pelarut murni madu *Trigona* mencakup pengujian fisik dan kimia. Pengujian fisik terdiri dari uji Total Padatan Terlarut (TPT) dan uji intensitas warna. Sementara itu, pengujian kimia terdiri dari uji aktivitas antioksidan, uji pH, dan uji kadar gula pereduksi.



Gambar III.7 Penelitian Tahap I Uji Pelarut Madu *Trigona*

3.3.2 Penelitian Tahap II Pembuatan Ekstrak Propolis Cair *Tetragonula laeviceps*

Pembuatan ekstrak propolis cair menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* dan menggunakan pelarut etanol 96%, propilen glikol, dan madu *Trigona*, dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan disiapkan terlebih dahulu, yaitu meliputi : propolis, larutan etanol 96%, aquadest, dan kertas saring whatman. Seluruh peralatan dibersihkan terlebih dahulu sehingga terbebas dari kontaminasi yang dapat mengakibatkan kesalahan dalam proses ekstraksi.

2. Pemotongan

Sampel propolis dipotong menjadi ukuran kecil menggunakan pisau bersih untuk memudahkan dalam proses pengecilan ukuran (*Size Reduction*).

3. Pendinginan

Sampel yang telah dilakukan pemotongan disimpan pada lemari pendingin dengan suhu -18°C selama 24 jam, untuk memudahkan dalam melakukan proses pemotongan dan pengecilan ukuran (*Size Reduction*).

4. Pengecilan Ukuran (*Size Reduction*)

Sampel yang telah didinginkan kemudian dilakukan pengecilan ukuran menggunakan blender hingga diperoleh serbuk dengan ukuran partikel yang lebih kecil dan relatif seragam.

5. Penimbangan

Serbuk sampel ditimbang menggunakan neraca analitik sesuai dengan yang ingin digunakan untuk setiap perlakuan.

6. Pelarutan Sampel

Sampel yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 500 mL, kemudian ditambahkan larutan etanol 96%, propilen glikol, dan madu *Trigona* sebagai pelarut.

7. Homogenisasi

Campuran sampel dan pelarut dihomogenkan menggunakan shaker selama 15 menit hingga diperoleh larutan yang homogen.

8. Ekstraksi

Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) untuk mengekstraksi sampel pada daya 450 Watt selama 6 menit dengan rentang suhu 40-50 °C.

9. Sentrifugasi

Larutan sampel yang telah homogen disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 2800 rpm untuk memisahkan fase cair (supernatan) dan padatan. Selanjutnya supernatan dilakukan proses penyaringan.

10. Penyaringan

Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring Whatman untuk diperoleh filtrat yang jernih dan bebas dari residu padat.

11. Evaporasi

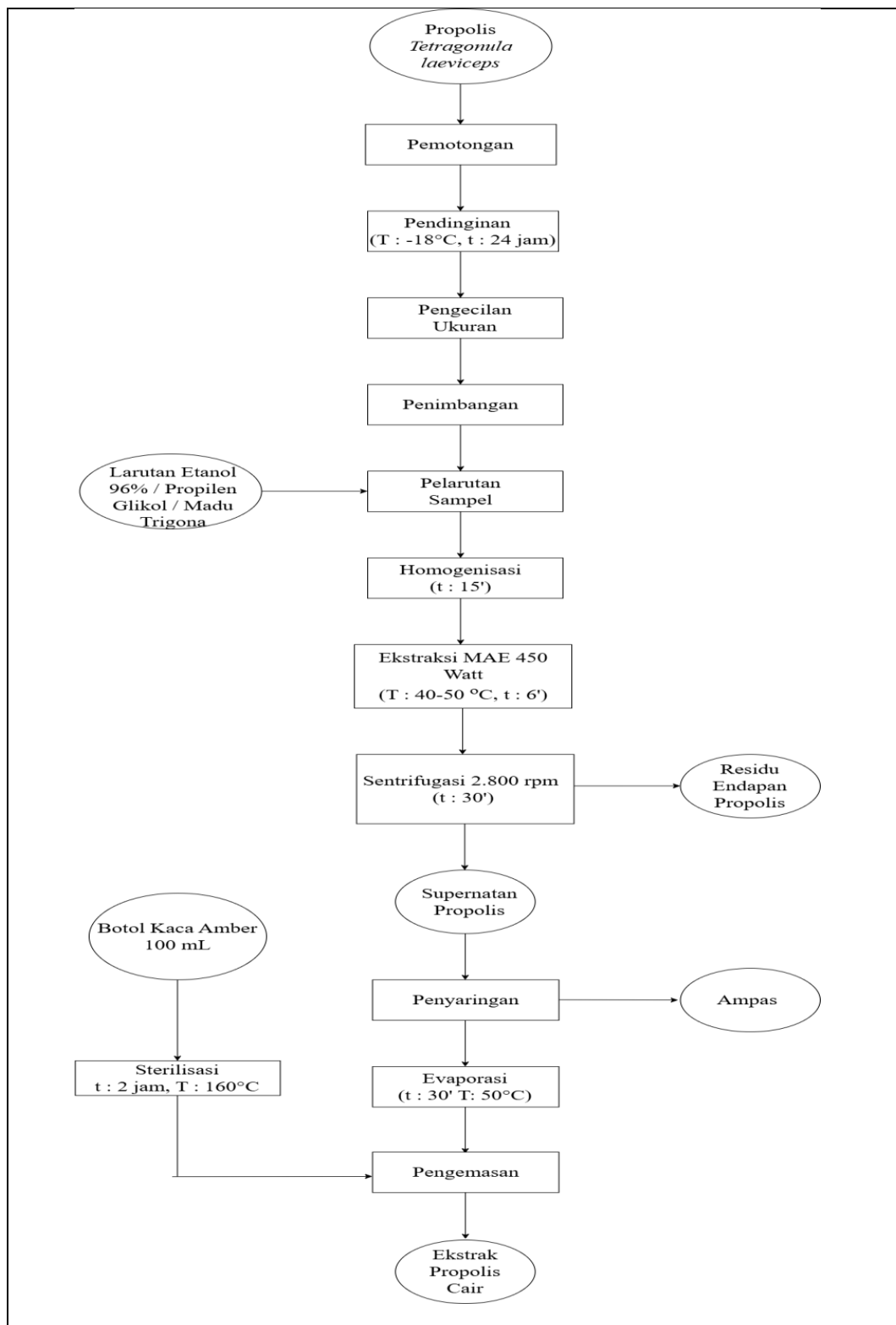
Filtrat kemudian diuapkan menggunakan evaporator dengan suhu 50° C selama 30 menit.

12. Pengemasan Sampel

Botol kaca amber 100 mL dilakukan sterilisasi terlebih dahulu, kemudian larutan propolis cair yang telah tercampur secara homogen dimasukkan kedalam botol kaca amber yang telah disterilisasi. Botol ditutup rapat untuk mencegah kontaminasi serta melindungi sampel dari paparan cahaya sebelum dilakukan pengujian karakteristik fisik dan kimia.

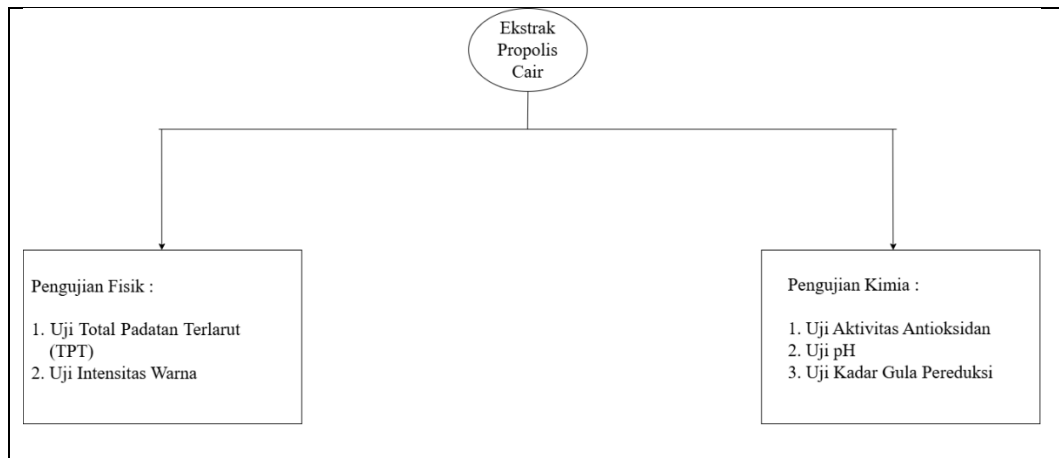
13. Analisis Ekstrak Propolis Cair

Setelah itu dilakukan analisis terkait dengan karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair yang dihasilkan.



(Sumber : Marthia et al., 2025)

Gambar III.8 Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Propolis Cair



Gambar III.9 Lanjutan Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Propolis Cair

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai (4.1) Hasil dan Pembahasan Penelitian Tahap I dan (4.2) Hasil Penelitian Tahap II.

4.1 Hasil Penelitian Tahap I

4.1.1 Respon Fisik

Analisis fisik yang akan dilakukan pada penelitian tahap I yaitu analisis total padatan terlarut (TPT) dengan menggunakan metode refraktometri (Misto et al., 2016 ; Aulia et al., 2021) dan analisis intensitas warna menggunakan metode Lovibond Tintometer (Putri et al., 2024).

Tabel IV.4 Hasil Penelitian Tahap I Analisis Total Padatan Terlarut dan Analisis Intensitas Warna

Pelarut	Total Padatan Terlarut (°Brix)	Intensitas Warna		
		L*	a*	b*
Etanol 96%	16.2	-	-	-
Propilen Glikol	55,1	-	-	-
Madu <i>Trigona</i>	74,5	6,78	3,55	3,52

4.1.1.1 Analisis Total Padatan Terlarut

Analisis total padatan terlarut (TPT) pada penelitian tahap I dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal masing-masing pelarut sebelum digunakan sebagai pelarut ekstraksi propolis *Tetragonula laeviceps*. Karakterisasi ini bertujuan memperoleh data dasar mengenai jumlah padatan terlarut yang terdapat pada setiap pelarut sehingga dapat menjadi acuan dalam menginterpretasikan perubahan nilai total padatan terlarut ekstrak setelah proses ekstraksi pada penelitian tahap II.

Berdasarkan hasil penelitian dari tabel IV.4 didapatkan nilai total padatan terlarut dari etanol 96% sebesar 16,2 °Brix, Propilen glikol 55,1 °Brix, dan madu *Trigona* 74,5 °Brix. Pada nilai pembacaan refraktometer etanol 96% dan propilen

glikol terdapat perbedaan nilai total padatan terlarut, hal tersebut dipengaruhi oleh karakteristik fisik masing-masing pelarut, khususnya indeks bias yang menjadi dasar kerja refraktometer. Refraktometer mengukur pembiasan cahaya ketika melewati suatu larutan, lalu mengkonversinya kedalam skala °Brix. Oleh karena itu, pada pelarut murni nilai °Brix tidak menunjukkan kandungan total padatan terlarut secara aktual, melainkan menggambarkan karakteristik dan kerapatan optik cairan berdasarkan indeks bias intrinsiknya (AOAC, 2019).

Berbeda dengan etanol 96% dan propilen glikol, nilai total padatan terlarut pada madu *Trigona* sebesar 74,5 °Brix menunjukkan tingginya kandungan komponen padatan alami yang terdapat dalam madu. Nilai tersebut dipengaruhi oleh kandungan gula sederhana, terutama fruktosa dan glukosa, serta komponen lain seperti asam organik, mineral, protein, enzim, dan senyawa fenolik yang meningkatkan indeks bias sehingga menghasilkan pembacaan °Brix lebih tinggi (Agussalim et al., 2023). Pada penelitian Zakka & Totong (2025), madu murni secara umum yang didapat dari beberapa lokasi apotek didapatkan hasil total padatan terlarut berkisar antara 79,83% hingga 85,53%.

4.1.1.2 Analisis Intensitas Warna

Analisis intensitas warna pada penelitian tahap I dilakukan sebagai karakterisasi awal pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi propolis *Tetragonula laeviceps*. Karakterisasi ini bertujuan untuk memperoleh data dasar mengenai pelarut sebelum dilakukan ekstraksi sehingga perubahan intensitas warna ekstrak pada penelitian tahap II dapat diinterpretasikan sebagai akibat terlarutnya senyawa bioaktif propolis, bukan berasal dari karakterisasi warna awal pelarut.

Etanol 96% dan propilen glikol tidak dilakukan pengujian pendahuluan pada parameter intensitas warna karena kedua pelarut tersebut merupakan cairan jernih (*clear*) dan tidak berwarna (*colorless*), sehingga tidak memberikan kontribusi warna terhadap sistem ekstraksi (*United States Pharmacopeial Convention*, 2021) dan (*British Pharmacopoeia Commission*, 2013). Berbeda dengan etanol dan propilen glikol, madu *Trigona* memiliki warna alami yang

berasal dari komposisi kandungan senyawa didalamnya. Oleh karena itu, karakteristik warna pada madu *Trigona* perlu diketahui sebelum digunakan sebagai pelarut ekstraksi.

Berdasarkan hasil penelitian dari tabel IV.4 menunjukkan bahwa madu *Trigona* memiliki nilai a^* sebesar 3,55, b^* sebesar 3,52, dan nilai L^* berada pada kisaran sangat rendah atau gelap. Nilai a^* menunjukkan kecenderungan warna ke arah merah, sedangkan nilai b^* menunjukkan kecenderungan warna ke arah kuning. Kombinasi kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa madu *Trigona* memiliki karakteristik warna coklat kekuningan. Warna tersebut merupakan karakteristik umum madu lebah tanpa sengat yang dipengaruhi oleh komposisi penyusunnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Melia et al. (2024), yang mengkarakterisasi madu lebah tanpa sengat dari beberapa spesies di Sumatera Barat (*H. itama*, *G. thoracica*, *T. melanoleuca*, dan *T. binghami*) penelitian tersebut menunjukkan bahwa madu lebah tanpa sengat memiliki nilai a^* dan b^* dominasi merah dan kuning pada warna madu. Pada nilai L^* lebih rendah dari rentang 7-18 sesuai pada penelitian Melia et al. (2024), hal tersebut dikarenakan dipengaruhi oleh perbedaan spesies lebah, sumber nektar, dan kandungan senyawa fenolik, mineral, serta kondisi lingkungan tempat lebah mencari pakan.

4.1.2 Respon Kimia

Analisis kimia yang akan dilakukan pada penelitian tahap II yaitu analisis aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH (AOAC, 1995), analisis pH dengan menggunakan pH meter (AOAC, 1990), dan analisis kadar gula pereduksi dengan menggunakan metode spektrofotometri (Suedy et al., 2023).

Tabel IV.5 Hasil Penelitian Tahap I Analisis Aktivitas Antioksidan, Analisis pH, dan Analisis Kadar Gula Pereduksi

Pelarut	Aktivitas Antioksidan/IC ₅₀ (ppm)	pH	Kadar Gula Pereduksi (%)
Etanol 96%	-	6,87	-
Propilen Glikol	-	5,98	-
Madu <i>Trigona</i>	379,15	4,24	44,96

4.1.2.1 Analisis Aktivitas Antioksidan

Penelitian tahap I analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH terhadap pelarut yang akan digunakan dalam penelitian yang bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dalam pelarut murni sebelum digunakan sebagai pelarut untuk mengekstraksi propolis *Tetragonula laeviceps*. Namun, pengujian aktivitas antioksidan hanya dilakukan pada madu *Trigona* karena madu merupakan pelarut alami yang mengandung senyawa bioaktif, seperti senyawa fenolik dan flavonoid yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan. Sedangkan pada etanol 96% dan propilen glikol merupakan pelarut organik yang digunakan hanya sebagai pelarut ekstraksi dan tidak dimanfaatkan sebagai sumber senyawa bioaktif (Sari et al., 2023). Oleh karena itu, aktivitas antioksidan yang diamati pada penelitian tahap I ini difokuskan hanya pada madu *Trigona* untuk mengetahui kontribusi awal aktivitas antioksidan yang berasal dari pelarut sebelum dilakukan proses ekstraksi propolis.

Berdasarkan hasil penelitian tahap I pada tabel IV.5 didapatkan nilai IC₅₀ dari madu *Trigona* sebesar 379,15 ppm, nilai tersebut menunjukkan bahwa madu *Trigona* (*Tetragonula laeviceps*) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kemampuan menangkap radikal DPPH, meskipun berdasarkan klasifikasi antioksidan menurut Mardawati et al. (2010), dalam kategori sangat lemah. Aktivitas tersebut dapat dikaitkan dengan keberadaan senyawa bioaktif alami

dalam madu, khususnya senyawa fenolik dan flavonoid, yang dapat berperan sebagai donor elektron atau hidrogen dalam reaksi dengan radikal bebas.

Nilai IC_{50} sebesar 379,15 ppm pada penelitian ini masih dapat dibandingkan dengan penelitian madu lebah tanpa sengat lainnya. Hasan dan Purwanto (2026), melaporkan memperoleh nilai IC_{50} sebesar 423,40 ppm pada madu *Wallacetrigona incisa*. Nilai tersebut juga lebih rendah dibandingkan madu *Tetragonula sapiens* yang memiliki IC_{50} sebesar 562,81 ppm. Nilai madu *Trigona* (*Tetragonula laeviceps*) pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan kedua nilai tersebut, yang menunjukkan kemampuan penangkapan radikal DPPH yang relatif lebih tinggi. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan madu *Trigona* tidak memiliki satu nilai IC_{50} yang tetap, tetapi dapat mengalami variasi yang cukup besar.

Variasi aktivitas antioksidan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, spesies lebah, kondisi geografis, lingkungan tempat pemeliharaan, serta sumber pakan atau vegetasi yang tersedia di sekitar koloni (Agussalim et al., 2019). Dengan demikian, nilai IC_{50} sebesar 379,15 ppm menunjukkan bahwa madu *Trigona* (*Tetragonula laeviceps*) yang digunakan dalam penelitian ini telah memiliki aktivitas antioksidan sebelum dilakukan ekstraksi propolis. Informasi tersebut penting sebagai data awal karena pada tahap berikutnya madu digunakan sebagai pelarut ekstraksi propolis. Dengan mengetahui aktivitas antioksidan awal madu, aktivitas antioksidan yang diperoleh setelah penambahan propolis dapat dipertimbangkan sebagai hasil gabungan antara aktivitas senyawa bioaktif yang secara alami terdapat dalam madu dan senyawa bioaktif yang berasal dari propolis.

4.1.2.2 Analisis pH

Penelitian tahap I analisis pH menggunakan alat pH meter dilakukan sebagai gambaran awal untuk mengetahui nilai pH yang dimiliki oleh masing-masing jenis pelarut, sebelum akhirnya digunakan untuk mengekstraksi propolis *Tetragonula laeviceps*.

Berdasarkan hasil penelitian tahap I pada tabel IV.5 didapatkan nilai pH dari etanol 96% sebesar 6,87. Hal ini disebabkan etanol merupakan senyawa alkohol yang secara kimia tidak mengalami ionisasi secara signifikan di dalam larutan sehingga hanya sedikit menghasilkan ion H^+ maupun OH^- (Hadanu, 2019). Oleh karena itu, etanol murni umumnya memiliki sifat netral hingga sedikit asam, bergantung pada kemurnian pelarut, kandungan air, serta penyerapan karbon dioksida dari udara selama penyimpanan. Propilen glikol pada penelitian ini memiliki pH sebesar 5,98 sedikit lebih rendah dibandingkan dengan etanol 96%. Nilai tersebut masih menunjukkan sifat yang mendekati netral dan sesuai dengan karakteristik propilen glikol sebagai senyawa diol yang stabil serta tidak asam maupun basa kuat (Hadanu, 2019). Keberadaan gugus hidoksil ($-OH$) menyebabkan pelarut ini bersifat polar dan memiliki interaksi molekuler yang kuat (Hadanu, 2019).

Berbeda dengan etanol 96% dan propilen glikol, madu *Trigona* memiliki nilai pH sebesar 4,24, menunjukkan sifat yang lebih asam. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Agussalim et al. (2021), yang melaporkan bahwa madu *Tetragonula laeviceps* dari Indonesia memiliki kisaran pH 3,85-4,14. Nilai pH madu *Tetragonula laeviceps* pada penelitian ini sebesar 4,24 masih mendekati kisaran tersebut, sehingga menunjukkan bahwa madu yang digunakan masih memiliki karakteristik keasaman yang normal. Perbedaan nilai pH antar penelitian dapat dipengaruhi oleh asal geografis, sumber nektar, kondisi lingkungan, dan komposisi madu yang berbeda.

4.1.2.3 Analisis Kadar Gula Pereduksi

Penelitian tahap I analisis kadar gula pereduksi menggunakan metode spektrofotometri yang dilakukan sebagai gambaran awal untuk mengetahui nilai kadar gula pereduksi yang dimiliki oleh masing-masing jenis pelarut, sebelum akhirnya digunakan untuk mengekstraksi propolis *Tetragonula laeviceps*. Pengujian kadar gula pereduksi pada tahap ini hanya dilakukan terhadap madu *Trigona*, sedangkan etanol 96% dan propilen glikol tidak dilakukan pengujian. Hal tersebut didasarkan pada karakteristik kimia masing-masing bahan. Madu

merupakan bahan alami yang mengandung berbagai jenis gula, terutama fruktosa dan glukosa, yang termasuk dalam kelompok gula pereduksi. Penelitian Agussalim et al. (2019), pada madu *Tetragonula laeviceps* dari berbagai wilayah di Indonesia menunjukkan bahwa madu tersebut memiliki kandungan gula pereduksi yang berkisar antara 44,07 – 60,14 g/100 g madu. Oleh karena itu, pengujian kadar gula pereduksi pada madu diperlukan untuk mengetahui karakteristik awal madu sebelum digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi propolis.

Sedangkan etanol 96% dan propilen glikol tidak dilakukan pengujian kadar gula pereduksi karena kedua bahan tersebut bukan merupakan bahan yang secara karakteristik tersusun atas karbohidrat atau gula. Berdasarkan data dari PubChem, etanol merupakan senyawa alkohol dengan rumus molekul C_2H_6O , sedangkan propilen glikol merupakan senyawa *propane-1,2-diol* dengan rumus molekul $C_3H_8O_2$ (NCBI, 2024). Dengan demikian, parameter kadar gula pereduksi tidak menjadi karakteristik kimia yang relevan untuk diuji pada etanol 96% maupun propilen glikol murni. Oleh karena itu, pengujian pada tahap I difokuskan pada madu *Trigona* yang secara alami memiliki kandungan gula.

Berdasarkan hasil penelitian tahap I pada tabel IV.5, madu *Trigona* yang digunakan sebagai pelarut memiliki kadar gula pereduksi sebesar 44,96%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa madu yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan gula pereduksi yang cukup tinggi. Nilai tersebut masih sebanding dengan hasil penelitian Agussalim et al. (2019), yang menyatakan bahwa kadar gula pereduksi madu *Trigona* dari beberapa daerah sebesar 44,07 – 60,14 g/100 g madu. Dengan demikian, kadar gula pereduksi madu *Trigona* yang digunakan dalam penelitian ini masih berada dalam kisaran yang dilaporkan pada madu *Trigona* (*Tetragonula laeviceps*).

Perbedaan kadar gula pereduksi pada madu lebah tanpa sengat dapat terjadi karena adanya variasi karakteristik madu. Agussalim et al. (2019), menunjukkan bahwa madu *Tetragonula laeviceps* memiliki perbedaan profil gula, termasuk kandungan glukosa, fruktosa, dan gula pereduksi. Dengan demikian

nilai kadar gula pereduksi sebesar 44,96% dapat dikaitkan dengan karakteristik madu *Trigona* yang digunakan sebagai bahan penelitian, termasuk kemungkinan pengaruh asal geografis dan sumber pakan lebah.

Data kadar gula pereduksi tahap I selanjutnya digunakan sebagai informasi karakteristik awal madu sebelum digunakan sebagai pelarut ekstraksi propolis. Nilai awal sebesar 44,96% menjadi data pembanding untuk mengevaluasi perubahan kadar gula pereduksi pada penelitian tahap II. Dengan adanya data tersebut, hasil kadar gula pereduksi pada perlakuan berbasis madu dapat diinterpretasikan dengan mempertimbangkan bahwa madu sebagai bahan awal telah memiliki kandungan gula pereduksi sebelum dilakukan penambahan propolis.

4.2 Hasil Penelitian Tahap II

4.2.1 Respon Fisik

Analisis fisik yang akan dilakukan pada penelitian tahap II yaitu uji total padatan terlarut (TPT) dengan menggunakan metode refraktometri (Misto et al., 2016 ; Aulia et al., 2021) dan uji intensitas warna menggunakan metode Lovibond Tintometer (Putri et al., 2024).

4.2.1.1 Analisis Total Padatan Terlarut

Penelitian tahap II analisis total padatan terlarut (TPT) menggunakan refraktometer, total padatan terlarut merupakan komponen yang terdapat dalam suatu bahan dalam bentuk terlarut. Pada madu, komponen utama terdiri atas gula, terutama glukosa dan fruktosa, disertai komponen lainnya seperti asam organik, mineral, protein, enzim, dan senyawa minor yang berkontribusi terhadap karakteristik fisikokimia madu (Agussalim et al., 2019). Pada madu *Tetragonula laeviceps*, glukosa dan fruktosa merupakan komponen gula utama yang dapat ditemukan dalam madu. Selain itu, profil gula madu *Tetragonula laeviceps* dapat berbeda berdasarkan asal geografis, yang ditunjukkan oleh adanya perbedaan kandungan glukosa, fruktosa, jumlah glukosa dan fruktosa, serta gula pereduksi

pada madu yang berasal dari Sleman, Klaten, dan Gunungkidul (Agussalim et al., 2021).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA pada analisis Total Padatan Terlarut (TPT) menunjukkan bahwa faktor P jenis pelarut dan faktor K konsentrasi propolis, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap analisis total padatan terlarut.

Tabel IV.6 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Total Padatan Terlarut (°Brix)

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	A 21,90±0,10 a	A 23,97±0,15 b	A 24,97±0,25 c
p ₂ (Propilen Glikol)	B 55,33±0,15 a	B 56,00±0,10 b	B 56,90±0,10 c
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	C 83,07±0,06 a	C 83,47±0,25 b	C 83,80±0,26 c

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap total padatan terlarut menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil penelitian tahap II pada tabel 90, nilai total padatan terlarut menunjukkan peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi propolis pada seluruh jenis pelarut. Pada etanol 96%, nilai TPT meningkat 21,90±0,10 °Brix pada konsentrasi 5%, menjadi 23,97±0,15 °Brix pada konsentrasi 10%, dan 24,97±0,25 °Brix pada konsentrasi 15%. Pada propilen glikol, nilai TPT meningkat dari 55,33±0,15 °Brix, 56,00±0,10 °Brix, hingga 56,90±0,10 °Brix. Sedangkan pada madu *Trigona* meningkat dari 83,07±0,06 °Brix, 83,47±0,25 °Brix, hingga 83,80±0,26 °Brix. Huruf kapital yang berbeda menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis memberikan perbedaan nyata terhadap nilai total padatan terlarut pada masing-masing jenis pelarut.

Berdasarkan jenis pelarut, madu *Trigona* menghasilkan nilai pembacaan TPT tertinggi, diikuti propilen glikol dan etanol 96% pada seluruh konsentrasi propolis. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh notasi huruf kecil yang berbeda yang menunjukkan adanya perbedaan nyata antar jenis pelarut pada masing-masing taraf. Tingginya pembacaan pada madu dapat dikaitkan dengan karakteristik madu yang memiliki kandungan gula dan bahan terlarutnya yang tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian tahap I, dimana nilai *baseline* TPT pelarut dasar sebelum diekstrak memiliki tingkatan terurut dari madu *Trigona* paling tinggi, diikuti propilen glikol, dan etanol 96% paling rendah. Hasil tahap I tersebut menunjukkan bahwa masing-masing media telah memiliki karakteristik awal yang berbeda sebelum penambahan propoli, sehingga nilai pembacaan TPT pada tahap II tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan propolis, tetapi juga oleh karakteristik dasar pelarut yang digunakan. Nilai pembacaan TPT pelarut murni pada tahap I masing-masing sebesar 16,2 °Brix untuk etanol 96%, 55,1 °Brix untuk propilen glikol, dan 74,5 °Brix untuk madu *Trigona*. Setelah penambahan propolis pada tahap II, nilai tersebut meningkat pada seluruh pelarut, meskipun besarnya peningkatan berbeda antar jenis pelarut.

Nilai pembacaan yang lebih tinggi pada propilen glikol dibandingkan dengan etanol 96% berkaitan dengan perbedaan sifat fisikokimia kedua pelarut, termasuk indeks bias, sedangkan rendahnya pembacaan pada etanol 96% berkaitan dengan karakteristik komposisi pelarut yang tidak mengandung gula alami seperti madu *Trigona*. Pada madu *Tetragonula laeviceps*, penelitian menunjukkan glukosa dan fruktosa merupakan komponen gula utama dan jumlahnya dipengaruhi oleh asal geografis madu (Agussalim et al., 2021). Dengan demikian, tingginya nilai TPT pada madu *Trigona* dalam penelitian ini diduga tidak hanya dipengaruhi oleh penambahan propolis, tetapi juga oleh komponen terlarut yang secara alami telah terdapat dalam madu sebagaimana dikonfirmasi oleh nilai TPT pelarut murninya pada penelitian tahap I. Dengan demikian, tahap I berfungsi sebagai nilai awal untuk membedakan kontribusi karakteristik pelarut dengan perubahan yang terjadi setelah penambahan propolis pada tahap II.

Peningkatan nilai total padatan terlarut seiring dengan meningkatnya konsentrasi propolis diduga berkaitan juga dengan semakin banyaknya komponen propolis yang berada dalam fase ekstrak. Jika dibandingkan dengan nilai awal pada tahap I, peningkatan tersebut menunjukkan bahwa penambahan propolis memberikan kontribusi terhadap perubahan komponen yang terdeteksi oleh refraktometer. Propolis merupakan bahan kompleks yang mengandung berbagai kelompok senyawa seperti fenolik dan flavonoid, serta resin, wax, minyak esensial, dan komponen organik lainnya (Šturm & Ulrih, 2020). Keberadaan komponen-komponen tersebut menyebabkan propolis memiliki fraksi yang dapat terekstraksi dan terlarut dalam pelarut. Namun, peningkatan nilai pembacaan TPT tidak dapat secara langsung diartikan sebagai peningkatan jumlah senyawa bioaktif yang terekstrak, karena refraktometer mengukur perubahan indeks bias. Oleh karena itu pelarut seperti etanol 96% dan propilen glikol, nilai tersebut lebih tepat digunakan sebagai nilai pembacaan refraktometer daripada sebagai total padatan terlarut aktual.

Dengan demikian semakin tinggi konsentrasi propolis yang digunakan, semakin besar juga jumlah propolis yang tersedia untuk berpindah ke fase ekstrak, sehingga secara potensial dapat meningkatkan komponen yang mempengaruhi pembacaan refraktometer. Hal tersebut tercermin dari peningkatan nilai pembacaan TPT pada seluruh pelarut dibandingkan dengan nilai *baseline* masing-masing pelarut pada tahap I.

4.2.1.2 Analisis Intensitas Warna

Pada penelitian tahap II analisis intensitas warna dilakukan menggunakan alat tintometer dengan parameter kecerahan L^* . Parameter L^* menyatakan level kecerahan pada ekstrak. Apabila nilai L^* semakin >50 , maka ekstrak berwarna semakin cerah/terang. Begitupun sebaliknya, jika nilai $L^* < 50$, maka ekstrak berwarna semakin gelap (Evahelda et al., 2017).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA pada analisis intensitas warna L^* menunjukkan bahwa faktor P jenis pelarut dan faktor K konsentrasi propolis, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap analisis intensitas warna L^* .

Tabel IV.7 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Intensitas Warna L*

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	$72,42 \pm 1,05$ C c	$64,66 \pm 1,33$ C b	$49,57 \pm 0,03$ C a
p ₂ (Propilen Glikol)	$45,53 \pm 0,22$ B c	$30,74 \pm 0,27$ B b	$19,45 \pm 0,20$ B a
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	$6,93 \pm 0,09$ A b	$6,25 \pm 0,05$ A b	$5,13 \pm 0,02$ A a

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap intensitas warna L* menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil penelitian tahap II, nilai L* menunjukkan penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi propolis pada seluruh jenis pelarut. Pada etanol 96%, nilai L* menurun dari $72,42 \pm 1,05$ pada konsentrasi 5% menjadi $64,66 \pm 1,33$ pada konsentrasi 10% dan $49,57 \pm 0,03$ pada konsentrasi 15%. Pada propilen glikol, nilai L* menurun dari $45,53 \pm 0,22$ menjadi $30,74 \pm 0,27$ dan $19,45 \pm 0,20$. Sementara itu, pada madu *Trigona*, nilai L* menurun dari $6,93 \pm 0,09$ menjadi $6,25 \pm 0,05$ dan $5,13 \pm 0,02$. Notasi huruf kapital yang berbeda menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis memberikan pengaruh nyata terhadap nilai L*. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi propolis pada penelitian ini menghasilkan ekstrak dengan kecerahan yang semakin rendah atau warna yang semakin gelap.

Penurunan nilai L* tersebut dapat dikaitkan dengan meningkatnya jumlah bahan propolis yang terdapat dalam ekstrak. Propolis merupakan bahan resin alami yang memiliki karakteristik warna yang bervariasi, sehingga penambahan propolis dalam jumlah lebih tinggi dapat meningkatkan intensitas warna ekstrak. Penelitian Yarlina et al. (2020), mengenai ekstrak propolis *Trigona* menunjukkan

bahwa propolis konsentrasi etanol dan metode ekstraksi mempengaruhi karakteristik ekstrak propolis yang dihasilkan. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa propolis merupakan produk alami lebah yang mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk flavonoid.

Pada penelitian ini, perbedaan jenis pelarut juga menghasilkan perbedaan nilai L^* . Etanol 96% menghasilkan nilai L^* paling tinggi, diikuti propilen glikol, sedangkan madu *Trigona* menghasilkan nilai L^* paling rendah pada seluruh konsentrasi propolis. Perbedaan ini sejalan dengan karakteristik *baseline* pelarut murni pada penelitian tahap I, dimana etanol 96% dan propilen glikol murni berada pada tingkat jernih dengan nilai kecerahan tinggi, sedangkan madu *Trigona* murni secara alami telah memiliki nilai kecerahan awal paling rendah. Rendahnya nilai L^* pada pelarut madu *Trigona* perlu dipertimbangkan berdasarkan warna dan komposisi awal madu sebagaimana teridentifikasi pada penelitian tahap I, bukan hanya akibat penambahan propolis. Penelitian Agussalim et al. (2019), terhadap madu *Tetragonula laeviceps* dari beberapa wilayah Indonesia menunjukkan adanya variasi komposisi kimia madu berdasarkan asal geografis, termasuk kadar bahan kering, karbohidrat, abu, dan bahan organik. Selain itu Agussalim et al. (2023), menjelaskan bahwa madu *Tetragonula laeviceps* merupakan bahan yang terutama tersusun atas gula serta komponen asam organik, mineral, asam amino, vitamin, dan senyawa lainnya. Komponen-komponen tersebut dapat berkontribusi terhadap karakteristik fisik madu, sehingga nilai L^* yang sangat rendah pada madu-propolis dapat berasal dari kedua bahan tersebut.

Sedangkan nilai L^* pada pelarut etanol 96% jauh lebih tinggi dibandingkan dengan propilen glikol, meskipun keduanya pada kondisi awal merupakan pelarut bening dengan transmitansi tinggi. Perbedaan ini tidak dapat dijustifikasi oleh warna awal pelarut, melainkan oleh jumlah resin dan flavonoid yang terekstrak. Propolis dari Indonesia mengandung metabolit sekunder yang meliputi flavonoid dan senyawa organik lainnya, dimana larutan yang mengandung komponen flavonoid akan mengalami perubahan warna. Prinsipnya, pelarut etanol mampu mengurangi jumlah *beeswax* yang ikut terekstrak sehingga

ekstrak menjadi lebih jernih (Hasan et al., 2023). Selain itu pada penelitian ini digunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) yang memberikan energi panas lebih merata sehingga resin lebih mudah terlarut. Hal ini menyebabkan ekstrak etanol 96% tetap jernih dan cerah dengan nilai L^* tinggi.

Sebaliknya, Kubiliene et al. (2015), membuktikan bahwa ekstrak propolis yang dibuat dengan *polyethylene glycol*/propilen glikol dan campuran air memerlukan suhu 70°C untuk dapat menyamai jumlah fenolik ekstrak etanol, yang menunjukkan bahwa pada suhu ruang propilen glikol memiliki kelarutan yang lebih rendah. Pada penelitian ini meskipun sudah menggunakan MAE, viskositas propilen glikol yang tinggi tetap menyebabkan partikel resin halus terperangkap dan menimbulkan efek hamburan cahaya, sehingga nilai L^* propilen glikol menjadi lebih gelap dibandingkan dengan etanol 96%.

Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis dari 5% hingga 15% menyebabkan penurunan nilai L^* pada seluruh jenis pelarut, yang menunjukkan bahwa ekstrak menjadi semakin gelap. Etanol 96% menghasilkan nilai L^* tertinggi sehingga ekstraknya memiliki kecerahan paling tinggi, sedangkan madu *Trigona* menghasilkan nilai L^* terendah. Perbedaan tersebut tidak hanya dapat dikaitkan dengan peningkatan konsentrasi propolis, tetapi juga dengan karakteristik awal masing-masing pelarut, khususnya warna dan komposisi madu *Trigona*. Dengan demikian, parameter L^* menunjukkan bahwa kombinasi jenis pelarut dan konsentrasi propolis berpengaruh terhadap karakteristik warna ekstrak propolis.

Pada penelitian tahap II, analisis intensitas warna notasi a^* menyatakan level *redness* (kemerahan), jika nilainya positif maka menyatakan bahan mengarah pada spektrum warna merah, sementara itu nilai negatif menyatakan bahan cenderung mendekati spektrum warna hijau (Evahelda et al., 2017). Notasi a^* menyatakan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai $a^*(+)$ dari 0 hingga +80 untuk warna merah dan nilai $a^*(-)$ dari 0 sampai -80 untuk warna hijau (Sinaga & Sindar, 2019).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA pada analisis intensitas warna a^* menunjukkan bahwa faktor P jenis pelarut dan faktor K konsentrasi propolis, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap analisis intensitas warna a^* .

Tabel IV.8 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Intensitas Warna a^*

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	C 10,46±0,19 a	C 26,23±0,36 b	C 40,75±0,32 c
p ₂ (Propilen Glikol)	B 5,87±0,21 a	B 10,36±0,06 b	B 12,29±0,06 c
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	A 4,71±0,03 a	A 6,85±0,03 b	A 8,12±0,03 c

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap intensitas warna a^* menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil penelitian tahap II, nilai a^* mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi propolis pada seluruh jenis pelarut. Pada etanol 96%, nilai a^* meningkat dari 10,46±0,19 pada konsentrasi 5% menjadi 26,23±0,36 pada konsentrasi 10% dan 40,75±0,32 pada konsentrasi 15%. Pada propilen glikol, nilai a^* meningkat dari 5,87±0,21 menjadi 10,36±0,06 dan 12,29±0,06. Sementara itu, pada madu *Trigona*, nilai a^* meningkat dari 4,71±0,03 menjadi 6,85±0,03 dan 8,12±0,03. Notasi huruf kapital yang berbeda menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis memberikan pengaruh nyata terhadap nilai a^* pada masing-masing jenis pelarut. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis menyebabkan warna ekstrak semakin bergeser ke arah merah.

Peningkatan nilai a^* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi propolis, warna ekstrak semakin bergeser ke arah merah. Jika dibandingkan dengan data penelitian tahap I, seluruh pelarut murni berada pada taraf nilai a^* yang mendekati netral. Kenaikan nilai a^* secara tajam pada tahap II membuktikan adanya akumulasi komparatif dari pigmen propolis yang berhasil ditarik ke dalam fase pelarut. Propolis secara alami memiliki warna kuning hingga cokelat gelap, sedangkan karakteristik warna ekstraknya dapat dipengaruhi oleh sumber propolis dan kondisi ekstraksi. Penelitian mengenai ekstraksi *brown* propolis juga menggunakan parameter L^* , a^* , dan b^* untuk menunjukkan perubahan karakteristik warna ekstrak, dengan nilai a^* yang merepresentasikan komponen merah-hijau (Matheus et al., 2026).

Berdasarkan jenis pelarut, etanol 96% menghasilkan nilai a^* paling tinggi, diikuti propilen glikol dan madu *Trigona* pada seluruh konsentrasi. Pada konsentrasi 15%, misalnya nilai a^* etanol mencapai 40,74, sedangkan propilen glikol 12,29, dan madu *Trigona* 8,12. Notasi huruf kecil yang berbeda menunjukkan bahwa jenis pelarut memberikan pengaruh nyata terhadap nilai a^* . Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa jenis pelarut memengaruhi karakteristik warna ekstrak yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian ekstrak propolis *Trigona* yang menunjukkan bahwa kondisi dan jenis pelarut ekstraksi dapat memengaruhi karakteristik ekstrak, termasuk warna yang dihasilkan (Yarlina et al., 2020).

Nilai a^* pada etanol 96% lebih tinggi dari propilen glikol, padahal keduanya awalnya berwarna bening, artinya etanol 96% lebih banyak menarik warna merah dari propolis. Nichitai et al. (2021), menyebutkan bahwa dalam propolis terdapat senyawa asam kafeat, *Caffeic Acid Phenethyl Ester* (CAPE) quercetin, kaempferol, galangin dan chrysin. Senyawa CAPE inilah yang jika teroksidasi akan memberikan warna merah kecoklatan. Kubiliene et al. (2021), juga menjelaskan bahwa zat aktif propolis mudah larut dalam etanol, tapi sukar larut dalam air dan pelarut non-etanolik lainnya. Ekstrak propolis menggunakan pelarut propilen glikol diduga didominasi oleh asam fenolat, sedangkan flavonoid

aglikon pemberi warna merah tidak terekstrak secara optimal pada pelarut tersebut. Oleh karena itu, nilai a^* pada ekstrak etanol 96% lebih tinggi dibandingkan ekstrak propilen glikol.

Hasil a^* tersebut juga sejalan dengan hasil nilai L^* penelitian ini. Peningkatan konsentrasi propolis menyebabkan nilai L^* menurun, sementara nilai a^* meningkat. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi propolis menyebabkan ekstrak menjadi semakin gelap dan semakin memiliki kecenderungan warna merah. Perubahan paling besar terlihat pada etanol 96%, sehingga ekstrak etanol menunjukkan perubahan warna yang paling kuat dengan meningkatnya konsentrasi propolis.

Pada penelitian tahap II, analisis intensitas warna parameter b^* yang menunjukkan kecenderungan warna pada sumbu biru-kuning, apabila nilainya positif menyatakan bahan mengarah pada spektrum warna *yellowish* dan Ketika nilainya negatif menyatakan bahwa bahan mengarah pada spektrum warna *bluish*. Notasi b^* menyatakan warna kromatik campuran kuning-biru dengan nilai $b^*(+)$ dari 0 hingga +70 untuk warna kuning dan nilai $b^*(-)$ dari 0 sampai -70 untuk warna biru (Sinaga & Sindar, 2019).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA pada analisis intensitas warna b^* menunjukkan bahwa faktor P jenis pelarut dan faktor K konsentrasi propolis, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap analisis intensitas warna b^* .

Tabel IV.9 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Intensitas Warna b*

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	82,96±0,91 a	94,25±1,49 b	95,55±0,03 c
p ₂ (Propilen Glikol)	41,84±0,42 c	31,80±0,41 b	26,41±0,02 a
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	3,45±0,05 a	5,17±0,11 b	6,25±0,03 b

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap intensitas warna b* menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil penelitian pada tahap II, menunjukkan pola yang berbeda setiap jenis pelarut seiring dengan meningkatnya konsentrasi propolis. Pada etanol 96%, nilai b* meningkat dari 82,96±0,91 pada konsentrasi 5% menjadi 94,25±1,49 pada konsentrasi 10% dan 95,55±0,03 pada konsentrasi 15%. Notasi huruf kapital menunjukkan bahwa ketiga konsentrasi tersebut berbeda nyata.

Pada propilen glikol, nilai b* justru mengalami penurunan, yaitu 41,84±0,42 pada konsentrasi 5%, menjadi 31,80±0,41 pada konsentrasi 10% dan 26,41±0,02 pada konsentrasi 15%. Notasi huruf kapital menunjukkan bahwa setiap peningkatan konsentrasi propolis memberikan perbedaan nyata terhadap nilai b*. Sementara itu, pada madu *Trigona* nilai b* meningkat dari 3,45±0,05 pada konsentrasi 5% menjadi 5,17±0,11 pada konsentrasi 10% dan 6,25±0,03 pada konsentrasi 15%. Notasi huruf kecil menunjukkan bahwa konsentrasi 5% berbeda nyata dengan konsentrasi 10% dan 15% sedangkan konsentrasi 10% dan 15% tidak berbeda nyata.

Berdasarkan jenis pelarut, nilai b^* pada seluruh konsentrasi menunjukkan urutan etanol 96% > propilen glikol > madu *Trigona*. Hal tersebut ditunjukkan oleh notasi huruf kecil sehingga dapat diinterpretasikan bahwa jenis pelarut memberikan pengaruh nyata terhadap nilai b^* . Nilai b^* yang lebih tinggi pada ekstrak etanol menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki kecenderungan warna kuning yang lebih kuat dibandingkan ekstrak propilen glikol dan madu *Trigona*. Adanya lonjakan nilai b^* pada etanol 96% mengindikasikan efisiensi ekstraksi pigmen kuning propolis yang sangat jauh melampaui nilai awal pelarut beningnya pada penelitian tahap I.

Nilai b^* pada pelarut etanol 96% mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi propolis, sedangkan pada propilen glikol justru mengalami penurunan, meskipun kedua pelarut tersebut pada kondisi awal merupakan pelarut bening, perbedaan pola tersebut dapat dijelaskan bahwa berdasarkan selektivitas pelarut terhadap senyawa flavonoid. Hasan et al. (2023), menjelaskan bahwa flavonoid merupakan kelompok terbesar senyawa polifenol, sehingga ekstrak yang mengandung komponen flavonoid akan mengalami perubahan warna menjadi kuning. Nichitai et al. (2021), menambahkan bahwa komposisi kimia propolis sangat bergantung pada jenis pelarut yang digunakan, senyawa yang paling sering ditemukan sebagai pemberi warna kuning adalah chrysin, galangin, kaempferol, dan quercetin. Senyawa-senyawa tersebut bersifat semi-polar hingga non-polar sehingga kelarutannya lebih optimal pada etanol 96% dibandingkan dengan propilen glikol yang lebih polar.

Sedangkan penurunan nilai b^* pada pelarut propilen glikol disebabkan oleh keterbatasan daya larut pelarut tersebut. Kubiliene et al. (2015), menjelaskan bahwa ekstrak propolis yang dibuat hanya dengan air atau minyak pada suhu ruang mengandung senyawa fenolik lebih rendah dan tidak menunjukkan aktivitas antimikroba, hal tersebut mengindikasikan bahwa pelarut telah mencapai titik jenuh. Pada penelitian ini, propilen glikol dengan viskositas tinggi telah jenuh dan tidak mampu melarutkan pigmen kuning pada konsentrasi propolis yang semakin tinggi. Selain itu, warna kuning yang telah terekstrak tertutupi oleh warna coklat

akibat proses oksidasi senyawa polifenol dalam medium yang lebih berair, sehingga nilai b^* pada ekstrak propolis pelarut propilen glikol mengalami penurunan.

Perbedaan pola nilai b^* antar pelarut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis tidak selalu menghasilkan perubahan warna yang sama pada setiap pelarut. Pada etanol 96% dan madu *Trigona*, peningkatan konsentrasi propolis diikuti peningkatan nilai b^* , sedangkan pada propilen glikol terjadi penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik warna akhir ekstrak merupakan hasil interaksi antara konsentrasi propolis dan jenis pelarut, termasuk karakteristik warna awal pelarut serta kemampuan pelarut dalam melarutkan komponen penyusun.

4.2.2 Respon Kimia

Analisis kimia yang akan dilakukan pada penelitian tahap II yaitu pH dengan menggunakan alat pH meter (AOAC, 1990), uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (AOAC, 1995), dan uji kadar gula pereduksi menggunakan metode spektrofotometri (Suedy et al., 2023).

4.2.2.1 Analisis pH

Penelitian tahap II analisis pH menggunakan alat pH meter untuk mengetahui tingkat keasaman ekstrak propolis yang dihasilkan dari berbagai jenis pelarut dan konsentrasi propolis, Nilai pH merupakan salah satu karakteristik kimia yang dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat keasaman suatu bahan. Pada madu *Trigona* karakteristik pH dapat dipengaruhi oleh komponen asam yang terdapat secara alami dalam madu. Selain itu, karakteristik fisikokimia dalam madu dapat berbeda berdasarkan asal geografisnya, termasuk tingkat keasaman (Agussalim et al., 2021).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA pada analisis pH menunjukkan bahwa faktor P jenis pelarut dan faktor K konsentrasi propolis, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap analisis pH.

Tabel IV.10 Hasil Penelitian Tahap II Analisis pH

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	B 5,61±0,02 c	B 5,54±0,01 b	B 5,52±0,01 a
p ₂ (Propilen Glikol)	C 5,64±0,01 c	C 5,6±0,01 b	C 5,58±0,01 a
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	A 4,07±0,01 c	A 4,04±0,01 b	A 4,00±0,01 a

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap pH menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil penelitian tahap II, nilai pH menunjukkan penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi propolis pada seluruh jenis pelarut. Pada etanol 96% nilai pH menurun dari 5,61±0,02 pada konsentrasi 5%, menjadi 5,54±0,01 pada konsentrasi 10%, dan 5,52±0,01 pada konsentrasi 15%. Pada propilen glikol nilai pH menurun dari 5,64±0,01 menjadi 5,6±0,01, dan 5,58±0,01. Sementara itu, pada madu *Trigona*, nilai pH menurun dari 4,07±0,01, menjadi 4,04±0,01, dan 4,00±0,01. Huruf kapital yang berbeda menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH pada masing-masing jenis pelarut.

Penurunan nilai pH tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis diikuti oleh peningkatan keasaman ekstrak. Hal tersebut dapat dikaitkan dengan bertambahnya komponen propolis yang masuk ke dalam sistem ekstrak. Propolis diketahui mengandung berbagai kelompok senyawa, termasuk asam fenolat dan senyawa fenolik (Šturm & Ulrih, 2020). Keberadaan kelompok senyawa tersebut diduga dapat berkontribusi terhadap karakteristik keasaman ekstrak. Oleh karena itu, pola penurunan pH dari konsentrasi propolis 5% hingga

15% pada ketiga pelarut menunjukkan adanya kontribusi penambahan propolis terhadap peningkatan keasaman ekstrak.

Meskipun pada penelitian tahap I propilen glikol memiliki nilai pH awal lebih rendah dibandingkan dengan etanol 96%, setelah proses ekstraksi propolis urutan nilai pH tersebut berubah, ekstrak berbasis etanol secara konsisten memiliki nilai pH sedikit lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak berbasis propilen glikol pada konsentrasi propolis yang sama. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa nilai pH akhir ekstrak tidak hanya ditentukan oleh pH awal pelarut, tetapi juga oleh jenis dan jumlah komponen dari propolis yang berhasil terlarut selama proses ekstraksi. Dengan demikian, setelah propolis ditambahkan, sistem yang terbentuk bukan lagi pelarut murni, sehingga karakteristik kimia pelarut awal tidak dapat secara langsung digunakan untuk memprediksi nilai pH akhir ekstrak.

Perbedaan nilai pH tersebut dapat dikaitkan dengan perbedaan polaritas dan selektivitas pelarut dalam melarutkan komponen propolis. Pemilihan pelarut dapat menentukan karakteristik fisikokimia serta komposisi senyawa bioaktif ekstrak karena setiap pelarut memiliki kemampuan pelarutan yang berbeda terhadap komponen bahan. Etanol 96% dengan polaritas menengah mampu melarutkan senyawa dengan rentang polaritas yang lebih luas, termasuk asam organik lemah dan asam fenolat bebas, dibandingkan dengan pelarut lain (Sengul et al., 2026). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dari Ramanauskiene et al. (2013), yang menunjukkan bahwa pada konsentrasi yang sama 2,5% dan 5% etanol mengekstrak total senyawa fenolik lebih tinggi dibandingkan propilen glikol, dimana air mengekstrak paling rendah, etanol paling tinggi, dan propilen glikol berada diposisi tengah.

Secara teoritis, senyawa fenolik memiliki sifat asam lemah akibat gugus hidroksil fenolik, sedangkan asam fenolat memiliki gugus karboksilat yang memberikan kontribusi lebih besar terhadap keasaman. Oleh karena itu, penurunan pH pada ekstrak etanol 96% dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan lebih tingginya kontribusi komponen asam dari senyawa fenolik dan asam

fenolat yang terekstrak dalam etanol. Dugaan tersebut didukung oleh Sengul et al. (2026), yang mengidentifikasi asam kafeat, *p*-kumarat, dan ferulat sebagai asam fenolat dominan yang kadarnya berbeda signifikan antar pelarut.

Berdasarkan jenis pelarut, madu *Trigona* menghasilkan nilai pH paling rendah, yaitu 4,07-4,00, sedangkan etanol 96% menghasilkan nilai 5,61-5,52, dan propilen glikol 5,64-5,58. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh notasi huruf kecil yang berbeda. Rendahnya pH pada madu *Trigona* dapat dikaitkan dengan karakteristik alami madu yang bersifat asam. Pada madu *Trigona* atau *Tetragonula laeviceps* telah ditemukan beberapa asam organik seperti asam sitrat, asam propionat, dan asam laktat, yang dapat berkontribusi terhadap karakteristik keasaman madu (Agussalim et al., 2023). Dengan demikian, rendahnya nilai pH pada jenis pelarut madu *Trigona* tidak hanya berkaitan dengan penambahan propolis, tetapi juga dengan karakteristik asam yang secara alami terdapat pada pelarut terutama pada pelarut madu.

4.2.2.2 Analisis Aktivitas Antioksidan

Penelitian tahap II analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH untuk mengetahui kemampuan ekstrak dalam menangkap radikal bebas. Antioksidan merupakan senyawa atau komponen kimia yang pada konsentrasi tertentu mampu menghambat maupun memperlambat terjadinya kerusakan yang diakibatkan oleh reaksi oksidasi (Sayuti & Yenrina, 2015). Mekanisme kerja antioksidan salah satunya dilakukan dengan mendonorkan elektron kepada senyawa oksidan sehingga reaktivitas oksidan tersebut dapat ditekan (Winarti, 2010). Dengan demikian, keberadaan senyawa antioksidan dalam pangan berperan dalam membantu melindungi tubuh dari dampak negatif yang ditimbulkan oleh radikal bebas.

Aktivitas antioksidan dapat dinyatakan menggunakan parameter IC_{50} (*Inhibitory Concentration 50%*), yaitu konsentrasi sampel yang diperlukan untuk menghambat sebesar 50% radikal bebas. Nilai IC_{50} yang semakin rendah menunjukkan bahwa konsentrasi sampel yang diperlukan untuk menghasilkan penghambatan 50% semakin kecil, sehingga aktivitas antioksidannya semakin

kuat (Saputri & Putri, 2017). Pengujian aktivitas antioksidan pada ekstrak propolis dilakukan dengan menggunakan metode DPPH. Metode DPPH digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu senyawa dalam bereaksi dengan radikal bebas yang bersifat stabil. Radikal DPPH memiliki serapan maksimum pada panjang gelombang 517 nm dan menghasilkan warna ungu. Ketika bereaksi dengan senyawa antioksidan, radikal DPPH menerima elektron atau atom hidrogen sehingga terjadi perubahan warna yang dapat digunakan untuk menentukan aktivitas penangkapan radikal (Sayuti & Yenrina, 2015).

Penentuan IC_{50} dilakukan menggunakan persamaan regresi linear $y = bx + a$. Nilai IC_{50} diperoleh dengan menentukan konsentrasi sampel yang menghasilkan aktivitas penghambatan sebesar 50% terhadap radikal DPPH berdasarkan persamaan regresi tersebut. Sementara itu, nilai R^2 digunakan untuk menunjukkan tingkat kesesuaian hubungan antara konsentrasi sampel dengan aktivitas penghambatan. Nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan hubungan yang semakin kuat antara peningkatan konsentrasi sampel dan peningkatan aktivitas penangkapan radikal DPPH (Novatama et al., 2016).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA pada analisis aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa faktor P jenis pelarut dan faktor K konsentrasi propolis, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap analisis aktivitas antioksidan.

Tabel IV.11 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Aktivitas Antioksidan IC_{50} (ppm)

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	A 226,43±2,13 c	A 196,14±1,66 b	A 163,45±0,43 a
p ₂ (Propilen Glikol)	B 269,41±1,55 c	B 215,89±1,07 b	B 191,40±1,66 a
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	C 369,42±1,03 c	C 352,89±0,81 b	C 337,82±0,42 a

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap aktivitas antioksidan menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Tabel IV.12 Klasifikasi Aktivitas Antioksidan

Nilai IC ₅₀	Keterangan
<50	Sangat Kuat
50 – 100	Kuat
101 – 150	Sedang
151 – 200	Lemah
200 – 1000 ppm	Sangat Lemah

Sumber : (Mardawati et al., 2010)

Berdasarkan hasil penelitian tahap II nilai IC₅₀ menunjukkan penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi propolis pada seluruh jenis pelarut. Pada etanol 96% nilai IC₅₀ menurun dari 226,43±2,13 ppm pada konsentrasi 5% menjadi 196,14±1,66 ppm pada konsentrasi 10%, dan 163,45±0,43 ppm pada konsentrasi 15%. Pada propilen glikol, nilai IC₅₀ menurun dari 269,41±1,55 ppm, menjadi 215,89±1,07 ppm, dan 191,40±1,66 ppm. Sementara itu, pada madu *Trigona* IC₅₀ menurun dari 369,42±1,03 ppm, menjadi 352,89±0,81 ppm, dan 337,82±0,42 ppm. Huruf kapital yang berbeda menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis memberikan pengaruh nyata terhadap IC₅₀ pada masing-masing jenis pelarut. Berdasarkan klasifikasi aktivitas antioksidan menurut Mardawati et al. (2010), nilai IC₅₀ ekstrak propolis pada penelitian ini berada pada kategori lemah hingga sangat lemah. Perlakuan etanol 96% pada konsentrasi 10% dan 15% serta propilen glikol pada konsentrasi 15% termasuk kategori lemah, sedangkan perlakuan lainnya termasuk kategori sangat lemah.

Rendahnya kategori aktivitas antioksidan pada penelitian ini, jika dibandingkan dengan penelitian Marthia et al, (2025) yang dapat mencapai IC₅₀ < 100 ppm atau kategori kuat hingga sangat kuat diduga berkaitan dengan kondisi fisik sampel uji. Pengujian DPPH pada penelitian ini dilakukan langsung dari

ekstrak pekat cair hasil evaporasi parsial (40-50 mL dari volume awal 200 mL), keberadaan sisa pelarut menyebabkan ekstrak cair yang ditimbang/dipipet untuk pengujian DPPH masih terdapat fraksi pelarut, sehingga konsentrasi padatan bioaktif murni didalamnya relatif lebih encer dibanding ekstrak padat kering.

Penurunan nilai IC_{50} tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi propolis diikuti oleh peningkatan aktivitas antioksidan ekstrak. Hal ini dapat dikaitkan dengan semakin banyaknya senyawa bioaktif propolis yang terdapat dalam ekstrak. Propolis diketahui mengandung berbagai senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan dalam aktivitas penangkapan radikal bebas. Hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan penelitian Fikri et al. (2019), pada propolis lebah tanpa sengat di Indonesia, yang melaporkan nilai IC_{50} berkisar 452,52 – 1.027,29 mg/L berdasarkan metode DPPH. Perbedaan nilai IC_{50} antara penelitian tersebut dan penelitian ini dapat dipengaruhi oleh sumber propolis, jenis pelarut, kondisi ekstraksi, serta kondisi analisis DPPH. Berdasarkan jenis pelarut, etanol 96% menghasilkan aktivitas antioksidan paling kuat, ditunjukkan oleh nilai IC_{50} yang paling rendah pada seluruh konsentrasi, diikuti oleh propilen glikol dan madu *Trigona*. Pada konsentrasi 5% misalnya, nilai IC_{50} etanol 96% sebesar 226,43 ppm, propilen glikol sebesar 269,41 ppm, dan madu *Trigona* sebesar 369,42 ppm. Pola yang sama juga terlihat pada konsentrasi 10% dan 15%. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh notasi huruf kecil yang berbeda yang menunjukkan adanya perbedaan nyata antar jenis pelarut.

Tingginya aktivitas antioksidan ekstrak propolis menggunakan pelarut etanol 96% pada penelitian ini diduga berkaitan dengan kemampuan etanol dalam mengekstraksi senyawa bioaktif yang terdapat dalam propolis. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Thamrin et al. (2016), pada propolis *Trigona Incisa*, yang menunjukkan bahwa ekstrak propolis mengandung senyawa fenolik dan memiliki aktivitas penangkapan radikal bebas berdasarkan metode DPPH. Penelitian tersebut memperoleh nilai IC_{50} sebesar 139,47 ppm pada ekstrak etanol. Dengan demikian, rendahnya nilai IC_{50} pada perlakuan etanol 96% dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan kemampuan etanol dalam mengekstraksi

senyawa bioaktif propolis yang berkontribusi terhadap aktivitas penangkapan radikal DPPH.

Pada perlakuan madu *Trigona*, seluruh nilai IC_{50} yang diperoleh menunjukkan bahwa madu tetap memiliki aktivitas antioksidan, meskipun aktivitasnya lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak propolis menggunakan etanol 96% dan propilen glikol. Nilai IC_{50} madu *Trigona* berada kategori sangat lemah berdasarkan klasifikasi. Meskipun demikian, hasil tersebut tetap menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan aktivitas antioksidan setelah penambahan propolis ke dalam madu. Hal ini terlihat dari nilai IC_{50} madu *Trigona* pada penelitian tahap I sebesar 379,15 ppm, sedangkan pada penelitian tahap II nilai IC_{50} menurun menjadi 369,42 ppm, 352,89 ppm, dan 337,82 ppm masing-masing pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Penurunan nilai IC_{50} tersebut menunjukkan bahwa penambahan propolis berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan penangkapan radikal DPPH pada sistem berbasis madu, meskipun aktivitas antioksidan yang dihasilkan masih termasuk kategori sangat lemah.

4.2.2.3 Analisis Kadar Gula Pereduksi

Gula pereduksi adalah jenis karbohidrat yang mampu mereduksi senyawa penerima electron yang dikenal sebagai gula pereduksi, dengan glukosa dan fruktosa sebagai contoh utamanya. Ciri khas gula pereduksi terletak pada keberadaan gugus aldehid atau keton bebas pada bagian ujung strukturnya. Kelompok gula pereduksi mencakup seluruh jenis monosakarida seperti glukosa, fruktosa, dan galaktosa, serta sebagian disakarida, diantaranya laktosa dan maltose. Sebaliknya sukrosa dan polisakarida seperti pati tidak termasuk dalam golongan gula pereduksi (Poedjiadi & Supriyatin, 2006).

Penentuan kadar gula pereduksi dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu metode titrasi maupun spektrofotometri dengan bantuan reagen DNS. Penelitian ini memilih menggunakan dengan pendekatan spektrofotometri berbasis reagen DNS untuk mengukur kadar gula pereduksi pada ekstrak propolis. Metode ini memanfaatkan asam 3,5-dinitrosalisilat (DNS) sebagai reagen utama,

dengan mekanisme kerja berupa reaksi antara gula pereduksi dan reagen DNS tersebut yang menghasilkan senyawa asam 3-amino-5-nitrosalisilat berwarna kuning kecoklatan. Intensitas warna yang terbentuk selanjutnya diukur menggunakan spektrofotometer untuk menentukan konsentrasi (Suedy et al., 2023).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA pada analisis kadar gula pereduksi menunjukkan bahwa faktor P jenis pelarut dan faktor K konsentrasi propolis, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap analisis kadar gula pereduksi.

Tabel IV.13 Hasil Penelitian Tahap II Analisis Kadar Gula Pereduksi (%)

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	A 0,13±0,01 a	A 0,21±0,01 b	A 0,29±0,01 c
p ₂ (Propilen Glikol)	A 0,14±0,01 a	B 0,27±0,01 b	B 0,35±0,01 c
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	B 45,10±0,02 a	C 45,21±0,01 b	C 45,35±0,02 c

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap kadar gula pereduksi menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil penelitian tahap II, interaksi antara jenis pelarut dan konsentrasi propolis, serta faktor tunggal jenis pelarut dan konsentrasi propolis berpengaruh nyata terhadap kadar gula pereduksi ekstrak propolis cair yang dihasilkan. Secara umum, jenis pelarut memberikan kontribusi paling dominan terhadap besarnya nilai kadar gula pereduksi produk akhir, dimana perlakuan berbasis madu *Trigona* menghasilkan kadar gula pereduksi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut etanol 96% dan propilen glikol pada semua tingkat konsentrasi propolis.

Berdasarkan tabel dua arah tersebut antara jenis pelarut pada konsentrasi propolis 5%, kadar gula pereduksi pada pelarut etanol 96% (0,13%) dan propilen glikol (0,14%) menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi propolis yang rendah, kedua pelarut organik non-karbohidrat ini memberikan fungsi matriks pembawa yang identic secara kimiawi, yaitu tidak menyumbang gugus gula pereduksi ke dalam sistem larutan (NICB, 2024). Namun, ketika konsentrasi propolis ditingkatkan menjadi 10% dan 15%, ketiga jenis pelarut menunjukkan perbedaan signifikan. Pelarut etanol 96% secara konsisten menghasilkan kadar gula pereduksi terendah 0,21% pada konsentrasi 10% dan 0,29% pada konsentrasi 15%, diikuti oleh propilen glikol 0,27% pada konsentrasi 10% dan 0,35% pada konsentrasi 15%, serta madu *Trigona* sebagai pelarut dengan nilai tertinggi 45,10% pada konsentrasi 5%, 45,21 pada konsentrasi 10% dan 45,35% pada konsentrasi 15%. Perbedaan antara etanol 96% dan propilen glikol pada konsentrasi lebih tinggi diduga berkaitan dengan perbedaan polaritas dan viskositas pelarut dalam melarutkan serta menstabilkan komponen karbohidrat terlarut yang terekstraksi dari propolis.

Sedangkan tingginya kadar gula pereduksi pada formulasi berbasis madu *Trigona* secara keseluruhan disebabkan oleh komposisi dasar matriks madu yang secara alami kaya akan karbohidrat, terutama monosakarida berupa glukosa dan fruktosa, sebagaimana ditunjukkan pada data penelitian tahap I, pelarut madu *Trigona* murni sebelum dilakukan ekstraksi dengan propolis telah memiliki kadar gula pereduksi sebesar 44,96%. Hal ini sejalan dengan temuan Agussalim et al. (2019), yang melaporkan bahwa madu *Tetragonula laeviceps* dari berbagai wilayah di Indonesia mengandung gula pereduksi yang tinggi, yaitu berkisar antara 44,07% hingga 60,14%, akibat dominasi glukosa dan fruktosa yang berasal dari nektar lebah.

Selain faktor jenis pelarut, peningkatan konsentrasi propolis dari 5% hingga 15% secara konsisten meningkatkan kadar gula pereduksi secara signifikan pada seluruh jenis pelarut yang digunakan. Meskipun komponen utama bahan mentah propolis *Tetragonula laeviceps* didominasi oleh resin, lilin, dan

minyak atsiri, propolis juga mengandung fraksi karbohidrat yang berasal dari sisa-sisa nektar serta saliva lebah saat memproses resin di dalam sarang (Huang et al., 2014). Peningkatan kadar gula pereduksi sedara konsisten dari konsentrasi 5% hingga 15% pada semua pelarut yang digunakan, hal ini membuktikan adanya efek dimana semakin banyak propolis yang dilarutkan, semakin banyak juga komponen gula yang kemungkinan akan terlarut dari bawaan propolis yang terekstraksi dan terakumulasi ke dalam produk cair.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai (5.1) Kesimpulan dan (5.2) Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Jenis pelarut diduga berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia ekstrak propolis cair *Tetragonula laeviceps*. Hal ini ditunjukkan oleh adanya perbedaan antar jenis pelarut terhadap total padatan terlarut, intensitas warna, pH, aktivitas antioksidan, dan kadar gula pereduksi.
2. Konsentrasi propolis diduga berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia propolis cair *Tetragonula laeviceps*. Peningkatan konsentrasi propolis memberikan perubahan terhadap total padatan terlarut, intensitas warna, pH, aktivitas antioksidan, dan kadar gula pereduksi.
3. Terdapat interaksi antara jenis pelarut dan konsentrasi propolis diduga berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia propolis cair *Tetragonula laeviceps*. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi propolis terhadap karakteristik ekstrak berbeda bergantung pada jenis pelarut yang digunakan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian ini, disarankan beberapa hal berikut untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Melakukan analisis senyawa bioaktif, seperti total fenolik dan total flavonoid, untuk mendukung hasil aktivitas antioksidan ekstrak propolis.
2. Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menguji variasi konsentrasi pelarut, terutama etanol 70%. Penggunaan etanol 70% perlu dijadikan bahan evaluasi karena sifat kepolarannya yang dapat menarik senyawa aktif (khususnya flavonoid

dan fenolik) secara lebih efisien, sehingga berpotensi memberikan rendemen dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi.

3. Melakukan pengujian rendemen dan stabilitas selama penyimpanan untuk mengetahui efektivitas ekstraksi dan kestabilan karakteristik propolis cair.
4. Melakukan pengembangan formulasi propolis cair berdasarkan tujuan penggunaannya sebagai produk pangan atau produk fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC Association of Official Analytical Chemistry. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Virginia
- AOAC Association of Official Analytical Chemistry. (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Virginia.
- Aulia, A.I., Lastriyanto, A., Wibisono, Y., Ahmad, A.M. (2021). Pengaruh Penggunaan *Vacuum Cooling* Terhadap Perubahan Mutu Madu Hutan Riau. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol 10, No. 1.
- Agussalim., Umami, N., Nurliyani, Agus, A. (2019). *The Sugar Content Profile of Honey Produced by the Indonesian Stingless Bee, Tetragonula laeviceps, from Different Region*. *Livestock Research for Rural Development*, 31(6), 1-6.
- Agussalim., Umami, N., Nurliyani, Agus, A. (2021). *The Physicochemical Composition of Honey from Indonesian Stingless Bee (Tetragonula laeviceps)*. *Biodiversitas*, Vol. 22, No. 8. DOI : 10.13057/biodiv/d220820
- Agussalim., Umami, N., Nurliyani., Agus, A. (2022). *Stingless Bee Honey (Tetragonula laeviceps) : Chemical composition and Their Potential Roles as an Immunomodulator in Malnourished Rats*. *Saudi Journal of Biological Sciences* 29. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103404>
- Agussalim., Sabir, A., Sahlan, M., Ali, A. (2023). *Evaluation of Stingless Bee Honey Quality (Tetragonula laeviceps) Based on Their Physicochemical From Different Origins*. *BIODIVERSITAS*, Vol. 24, No. 4. DOI :10.13057/biodiv/d240424
- Aschida, F.C.J., Dewi, Y.S.K., Maherawati. (2025). Kajian Karakteristik Fisik dan Antioksidan Fenolik Madu Kelulut Asal Desa Jawa Tengah, Desa Galang, dan Desa Parit Baru, Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Pangan*, Vol. 19, No. 1.
- Adityarini, A., Suedy, S.A.W., Darmanti, S. (2020). Kualitas Madu Lokal Berdasarkan Kadar Air, Gula Total dan Keasaman dari Kabupaten Magelang. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, Vol. 5, No. 1.
- Badan Standarisasi Nasional. (2018). SNI 8664-2018 Madu. Jakarta : BSN
- Balqis, M.S., Fadli, A. (2021). Prancangan Pabrik Propilen Glikol Dari Gliserol Dengan Desain Utama Kolom Disstilasi (D-102). *JOM FTEKNIK*, Vol. 8, Edisi 2.
- Danggi, E. (2023). Analisis Kualitas Madu Produksi Kelompok Peternak Lebah Trigona Di Desa Watabenua Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sultra Sains*, Vol. 5, No. 1.

- Evahelda, E., Pratama, F., Malahayati, N., Santoso, B. (2017). Sifat Fisik Dan Kimia Madu Nektar Pohon Karet Di Kabupaten Bangka Tengah, Indonesia. *Agritech*, Vol. 37, No. 4. DOI : <http://doi.org/10.22146/agritech.16424>
- Elkassas, W.M., Yassin, S.A., Taksira, D.M. (2023). Effect of Adding Propolis on Qualiity Standards of Raw Milk and Yoghurt. *Current Research in Nutrition and Food Science*, Vol. 11, No. 1. DOI : <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.1.17>
- Erwan., Juniarti, L., Wiryawan, K.G. (2022). Penambahan Polen Aren Sebagai Pakan Lebah Untuk Meningkatkan Bobot Koloni Lebah Madu *Trigona sp.* *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, Vol. 8, No. 1. DOI : <https://doi.org/10.24252/jiip.v8v1.21091>
- Freitas, A.S., Cunha, A., Parpot, P., Cardoso, S.M., Oliveira, R., Aguiar, C.A. (2022). *Propolis Efficacy: The Quest for Eco-Friendly Solvents. Molecules* 2022, 27, 7531. DOI : <https://doi.org/10.3390/molecules27217531>
- Fikri, A.M., Sulaeman, A., Marliyati, S.A., Fahrudin, M. (2019). *Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Stingless Bee Propolis from Indonesia*. *J. APIC. SCI*, Vol. 63, No. 1. DOI :10.2478/JAS-2019-0012
- Galeotti, F., Maccari, F., Fachini, A., Volpi, N. (2018). *Chemical Composition and Antioxidant Activity of Propolis Prepared in Different Forms and in Different Solvents Useful for Finished Products. Journal Foods*, Vol 7, No 41. DOI : <http://dx.doi.org/10.3390/foods7030041>
- Gaspersz, V. (1995). *Teknik Analisa Dalam Penelitian Percobaan*. Edisi Pertama. Penerbit Tarsito.
- Ginting, S., Djamilah., Fauzi, A., Hutaauruk, L.M. (2024). Budidaya Pakan Lebah *Trigona sp.* Di Kelurahan Kemumu, Kecamatan Arma Jaya, Kabupaten Bengkulu Utara. *Dharma Raflesia Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan IPTEKS*, Vol. 22, No. 02. DOI : 10.33369/dr.v22i1.36995
- Habryka, C., Socha, R., Juszczak, L. (2020). *The Effect of Enriching Honey with Propolis on the Antioxidant Activity, Sensory Characteristics, and Quality Parameters. Department of Food Analysis and Evaluation of Food Quality, Faculty of Food Technology, University of Agriculture in Krabow*. DOI : <http://dx.doi.org/10.3390/molecules25051176>
- Halim, E., Hardiansyah., Sutandyo, N., Sulaeman, A., Artika, M., Harahap, Y. (2012). Kajian Bioaktif dan Zat Gizi Propolis Indonesia dan Brasil. *Jurnal Gizi dan Pangan*, Vol. 7, No. 1.
- Hasan, A.E.Z., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T.C., Suparno, O., Setiyono, A. (2013). Optimasi Ekstraksi Propolis Menggunakan Cara Maserasi Dengan Pelarut Etanol 70% dan Pemanasan Gelombang Mikro Serta

Karakterisasinya Sebagai Bahan Antikanker Payudara. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 23 (1):13-21.

- Hla Myo., Khat-udomkiri, N., Sam-ang, P., Phanumartwiwath, A. (2025). *Propylene Glycol-Based Green Extraction of Poluphenols From Industrial Hemp Stems : Process Optimization and Bioactivity Assessment*. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 12:149. DOI : <https://doi.org/10.1186/s40538-025-00870-3>
- Hidayat, Y., Akbar, M.S., Saddiah, S.H. (2025). Aktivitas Ekstrak Kasar Propolis *Trigona sp.* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol. 9, No. 1.
- Hasan, A.E.Z., Safira, U.M., Purnamasari, A., Wardatun, S. (2023). *Antioxidant Activity and Total Flavonoid of Propolis Stingless Bee*. *Jurnal Agroindustri Halal*, Vol. 9, No. 2.
- Hadanu, R. (2019). *Kimia Organik (Pengantar, Sifat, Struktur Molekul, Tata Nama, Reaksi, Sintesis, dan Kegunaan)*. Leisyah Makassar.
- Hasan, P.A., Purwanto, H. (2026). *Phsicochemical Comparison of Walllacetrigona incisa (Sakagami & Inoue) and Tetragonula sapiens (Cockerell) Honey from West Sulawesi*. *Jurnal Entomologi Indonesia*, Vol. 23, No. 1. DOI : <https://doi.org/10.5994/jei.23.1.83>
- Huang, S., Zhang, C.P., Wang, K., Q.Li., G., Hu, F.L. (2014). *Recent Advances in the Chemical Composition of Propolis*. *Molecules*, 19. DOI : 10.3390/molecules191219610
- Haneda, N.F., Rusniarsyah, L., Robbani, M.R. (2022). Aktivitas Terbang dan Perkembangan Koloni Lebah Kelulut (*Tetragonula laeviceps*) di Kampus IPB Darmaga Bogor. *Jurnal Hutan Tropika*, Vol. 17, No. 1. <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/JHT>
- Juodeikait'e, D., Žilius, M., Briedis, V. (2022). *Preparation of Aqueous Propolis Extracts Applying Microwave-Assisted Extraction*. *Processes* 2022, 10. 1330. DOI : <https://doi.org/10.3390/pr10071330>
- Kurniawan, R., Putri, M.N., Karsih, O.R., Riswan, M. (2025). Madu Kelulut dan Kesejahteraan Masyarakat : Analisis Potensi Pengembangan Di Kepulauan Meranti. *Agriculture and Biological Technology*, Vol. 2, No. 2. <https://journal.stedca.com/index.php/agiotech/>
- Kubiliene, L., Laugaliene, V., Pavilionis, A., Maruska, A., Majiene, D., Barauskaite, K., Kubilius, R., Kasparaviciene, G., Savickas, A. (2015). *Alternative Preparation of Propolis Extracts: Comparison of Their Composition and Biological*. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 15:156. DOI : 10.1186/s12906-015-0677-5
- Ramanauskiene, K., Inkeniene, A.M., Petrikaite, V., Briedis, V. (2013). *Total Phenolic Content and Antimicrobial Activity of Different Lithuanian*

- Propolis Solutions. Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* Vol.2013. DOI : <http://dx.doi.org/10.1155/2013/842985>
- Khairunnisa, K., Mardawati, F., Putri, S.H. (2020). Karakteristik Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis *Lebah Trigona sp.* Jurnal Industri Pertanian, Vol. 02, No. 01. <http://jurnal.unpad.ac.id/justin>
- Kolaylı, S. (2023). *The Use of Honey as a Green Solvent in the Extraction of Raw Propolis.* Turk J Anal Chem, 5(1). DOI : <https://doi.org/10.51435/turkjac.1296351>
- Kurniawaty, A.Y., Rawar, E.A. (2023). Pengaruh Komposisi Sukrosa dan Propilen Glikol Terhadap Karakteristik Fisik Sediaan Sirup Parasetamol. Jurnal Farmasi dan Kesehatan Indonesia, Vol. III, No. 1. journal.ukrim.ac.id/index.php/jfki
- Lusiana, A., Yuliawati., Pratiwi, P.D., Astuti, N.T. (2025). Optimasi Sediaan Gel Antioksidan Ekstrak Temu Putih (*Curcuma zedoaria*) Menggunakan *Gelling Agent* Natrium Alginat dan Humektan Propilen Glikol. Indonesian Journal of Pharma Science (IJPS), Vol. 7, No. 1.
- Marnisah, L., Praditya, N.W.P.Y., Aprillia, I., Mikko., Mareta, Y. (2024). Peningkatan Budidaya Lebah *Trigona* Pada Pokdarwis Sungai Jawi Kecamatan Kalidoni Kota Palembang. Jurnal Abdimas Mandiri, Vol. 8, No. 3, DOI : 10.36982/jam.v8i3.4758.
- Matheus, L.R., Castro, L.E.N., Mancano, R.R., Barosso, T.L.C.T., Da Rosa, R.G., Ferreira, V.C., Carneiro, T.F., Colpini, L.M.S. (2026). *Enhanced Extraction of Bioactive Compounds from Brazilian Brown Propolis: Employing Pressurized Liquid Extraction in a Semicontinuous Flow-Through System.* ACS FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY. DOI : <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.5c01158?urlappend=%3Fref%3DPDF&jav=VoR&rel=cite-as>
- Maryani, S., Haryanto, H., Fauzi, M.T., Jihadi, A. (2024). Jenis Lebah *Trigona* Yang Dibudidayakan dan Hama Yang Menyerang Di Kabupaten Lombok Barat. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek, Vol. 3, No. 1. DOI : <https://doi.org/10.29303/jima.v3i1.3559>
- Marthia, N., Triani, R., Fitriana, N.A. (2025). Optimasi Ekstrak Bioaktif Propolis Menggunakan *Microwave-Assisted Extraction* Dengan Respon *Surface Methodology*. *Pasundan Food Technology Journal*, Vol. 12, No. 3.
- Melia, S., Juliyarsi, I., Kurnia, Y.F., Aritonang, S.N., Rusdimansyah, R., Sukma, A., Setiawan, R.D., Pratama, Y.E., Supandi, D. (2024). *Profile of Stingless Bee Honey and Microbiota Produced in West Sumarta, Indonesia, by Several Species (Apidae, Meliponinae).* Veterinary World, EISSN: 2231-0916, Vol. 17. DOI : www.doi.org/10.14202/vetworld.2024.785-795

- Marthisza, Z.A., Afrinola, D., Ningrat, N.W., Sonita, N., Firmansyah, A., Putrawan, D. (2025). Alkohol Sebagai Alat Bantu Dalam Pengobatan Serta Dampaknya Bagi Kesehatan. *JEDCHEM (Journal Education and Chemistry)*, Vol. 1, No. 7.
- Mardawati, Filianty, Marta. (2010). Jurnal Kajian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis Dalam Rangka Pemanfaatan Limbah Kulit Manggis di Kecamatan Puspahiang Kabupaten Tasikmalaya. 4.
- Milek, M., Bonikowski, R., Dżugan, M. (2024). *The Effect of Extraction Conditions on the Chemical Profile of Obtained Raw Poplar Propolis Extract. Chemical Papers* (2024) 78:6709-6720. DOI : <https://doi.org/10.1007/s11696-024-03567-3>
- Nurwahda., Ramadhan, A., Budiarsa, I.M., Dhafir, F., Sutrisnawati., Zainal, S. (2023). Analisis Kualitas Kimia dan Organoleptik Madu Lebah *Tetragonula laeviceps* Serta Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran. *Journal of Biology Science and Education (JBSE)*, Vol. XII, No. 2. <https://jurnalfkipuntad.com/index.php/ejipbiol>
- National Center for Biotechnology Information. (2024). *PubChem Compound Summary for CID 702 (Ethanol) and CID 1030 (Propylene Glycol)*. Retrieved from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Novatama., Kusumo., & S. (2016). Identifikasi Betasianin dan Uji Antioksidan Ekstrak Buah Bit Merah. *Indonesian Journal Chemical Sci*, 5(3), 15-19.
- Nichitoi, M.M., Josceanu, A.M., Isopescu, R.D., Isopencu, G.O., Geana, E.I., Ciucure, C.T., Lavric, V. (2021). *Polyphenolics Profile Effects Upon The Antioxidant and Antimicrobial Activity of Propolis Extracts. Scientific Reports*. DOI : <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97130-9>
- Priastomo, M., Adnyana, I.K., Sukrasno., Kusnaedi. (2020). Pengaruh Pemberian Madu Dari Lebah *Apis mellifera*, *Apis cerana*, Dan *Trigona sp.* Terhadap Beberapa Parameter Biokimia Pada Mencit Yang Diuji Dengan Metode WFST. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, Vol. 3, No. 2.
- Pauliuc, D., Dranca, F., Spinei, M., Ropciuc, S., Oroian, M. (2025). *Honey Propolis Enriched Pectin Films for Active Packaging of Soluble Coffee and Matcha Powders. Gels*, 11, 800. DOI : <https://doi.org/10.3390/gels11100800>
- Pratami, D.K., Eksadita, N.E., Sahlan, M., Mun'im, A., Bayu, A., Mahira, K.F. (2023). Perbandingan Kandungan Fenolik Total dan Aktivitas Antioksidan Propolis Indonesia yang Diekstraksi Dengan Berbagai Pelarut. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, Vol. 21, No. 1.
- Putri, P.A., Rahayu, W.P., Adawiyah, D.R., Andarwulan, N. (2021). Aplikasi Minyak Sawit Merah Sebagai Medium Untuk Penumisan Sayur. *Jurnal*

Teknologi dan Industri Pangan, Vol. 35(2). DOI : <https://doi.org/10.6066/jtip.2024.35.2.172>

Poedjiadi, A., & Supriyatin. (2006). Dasar-Dasar Biokimia. UI-Press.

Phaisan, S., Yusakul, G., Nuntawong, P., Sakamoto, S., Putalun, W., Morimoto, S., Tanaka, H. (2020). *Honey as a Solvent for the Green Extraction, Analysis, and Bioconversion of Daidzin from Pueraria candolleo var. mirifica Root*. Pharmacognosy Magazine, Vol. 16, Issue 71.

Rizki, J., Asmawati., Irfan. (2023). Karakteristik Mutu Madu *Trigona* Yang Disimpan Pada Suhu Ruang Dan Suhu *Chilling*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, Vol. 8, No. 4. <http://www.jim.usk.ac.id/JFP>

Sayuti & Yenrina. (2015). Antioksidan Alami dan Sintetik. Andalas University Press.

Saputri, N.A., Pathiassana, M.T., Gaibi, N., Lestian., Nuriman., Septiani, A.D., Pathiussina, R.T. (2023). Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Warna, Densitas, dan Viskositas Madu Hutan Lebah *Apis dorsata* Dari Kecamatan Lunyuk-Sumbawa. Jurnal Pengolahan Pangan, Vol. 8, No. 1.

Sinaga & Sindar. (2019). Segmentasi Ruang Warna $L^*a^*b^*$. Jurnal Mantik Penusa 3, 3(1), 43-46.

Sativa, N., Agustin, R. (2018). Analisis Uji Kadar Senyawa dan Uji Antioksidan Ekstrak Propolis Coklat Dari Lebah *Trigona sp.* JAGROS, Vol. 2, No. 2.

Sengul, M., Ufuk, S., Topdas, E.F., Aksoy, S., Zor, M., Karakutuk, I.A. (2026). *Effect of Various Water-Based Biocompatible Solvents on The Extraction of Propolis From Artvin, Turkiye: Physicochemical Properties, Biological Activity, and Phenolic Profile*. Journal of Food Measurement and Characterization. DOI : <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03950-y>

Sari, D.Y., Widyasari, R. (2023). *Antioxidant Activity and Irritation Potency of Face Tonic Formulation from Ethanol Fraction of Sappan Wood (Caesalpinia Sappan L.)*. Indonesian Journal of Pharmacy, Vol. 34 (2).

Šturm, L., Ulrih, N.P. (2020). *Advances in the Propolis Chemical Composition Between 2013 and 2018: A Review*. eFood, Vol. 1(1). DOI : <https://doi.org/10.2991/efood.k.191029.001>

Suedy, S.W.A., Aisyah, A.A., Darmanti, S., Parman, S. (2023). Uji Kualitas Beberapa Madu Lokal Di Semarang. Suedy et al / Buletin Anatomi dan Fisiologi, Vol. 8, No. 2.

Sudaryadi, I., Oktaweni, F., Pramono, I.E., Khaliza, W.F., Widiawati, H., Sutikno, S. (2023) *Propolis Bioactive Compounds of Stingless Bees (Tetragonula laeviceps) from Mount Merapi Slope, Sleman, Yogyakarta*. Engineering Chemistry, Vol 4, pp 59-63. DOI : <https://doi.org/10.4028/p-g9Eic6>

- Sari, M., Mambang, E.P. (2022). Uji Aktivitas Antipiretik Ekstrak Etanol Daun Sangitan (*Sambucus Javanica Reinw.EX Blume*) Pada Tikus Putih Jantan (*Ratus Norvegicus*). *Journal of Health and Medical Science*, 1(1), 55-67.
- Sudirman., Samudera, W., Kustianing, U., Zumratu., Suriati., Wangi, D.A.F. (2024). Pengenalan Lebah Madu *Trigona sp.* Sebagai Bahan Baku Propolis Pada Mahasiswa. *Kreasi : Jurnal Inovasi dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 4, No. 1. <https://ejournal.baleliterasi.org/index.php/kreasi>
- Syamsul, T.D., Lala., Syaharuddin. (2022). Kandungan Fitokimia, Polifenol dan Flavonoid Madu *Trigona (Tetragonula Biroi)* Bone, Sulawesi-Selatan. *Journal of Training and Community Service Adpertisi (JTCSA)*. <http://jurnal.adpertisi.or.id/index.php/JTCSA/>
- Saputri & Putri. (2017). Aktivitas Antioksidan Madu Hutan di Beberapa Kecamatan di Kabupaten Sumbawa Besar. *Jurnal Tambora*, 2(3), 1-6.
- Thamrin, A., Erwin, & Syafrizal. (2016). Uji Fitokimia, Toksisitas Serta Antioksidan Ekstrak Propolis Pembungkus Madu Lebah *Trigona incisa* dengan Metode 2,2-Diphenyl-1-Picrylhidrazyl (DPPH). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(1), 54–60
- Wasiaturrahmah, Y., Apriasari, M.L., Tasya, C.N. (2022). *Quantitative Phytochemical Analysis of Ethanol Extract Kelulut Bee Propolis (Trigona laeviceps)*. Berkala Kedokteran 18 (2). DOI : <http://dx.doi.org/10.20527/jbk.v18i2.14503>
- Winarti. (2010). Makanan Fungsional.
- Yarlina, V.P., Sumanti, D.M., Sofiah, B., Mahani. (2020). Kajian Konsentrasi Etanol, Metode Ekstraksi Propolis dan Karakteristik Ekstrak Propolis Lebah *Trigona sp.* Terhadap Aktivitas Antimikroba *Escherichia coli*. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, Vol. 25, No. 1. DOI : <http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v25i1.27-34>
- Zahra, N.N., Muliasari, H., Andayani, Y., Sudarma, I.M. (2021). Karakteristik Fisikokimia Ekstrak Madu dan Propolis *Trigona sp.* Asal Lombok Utara. *Jurnal Agrotek Ummat*, Vol. 8, No. 1. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/agrotek>
- Zahra, N.N., Muliasari, H., Andayani, Y., Sudarma, I.M (2021). Analisis Kadar Fenolik Total dan Aktivitas Antiradikal Bebas dan Propolis *Trigona sp.* Asal Lombok Utara. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, Vol. 6, No. 1. DOI : <http://dx.doi.org/10.23960/aec.v6.i1.2021.p74-82>
- Zantika, N., Darmawansyah., Susanti, M.E. (2024). Pengaruh Pemberian Propolis dan Honey Terhadap Penyembuhan Luka Ulkus Diabetes Mellitus Di Praktik Mandiri Alfa Care Center Kota Bengkulu Tahun 2024. *Jurnal*

Kesehatan Mitra Sekawan, Vol. 1, No. 2. DOI :
<https://doi.org/10.70963/jkmp.v1i2>

Zakka & Totong. (2025). Profil Kualitas Madu dan Implikasi Keamanan Konsumen di Apotek Pasar Kemis. *Jurnal Ilmiah Farmasi Indonesia*. 3(2), 62-69.

Zendrato, R.S., Elfiyani, R., Nursal, F.K. (2025). Kajian Literatur : Fungsi Propilen Glikol Sebagai Humektan Terhadap Sifat Fisik Sediaan Semisolid. *Majalah Farmasetika*, 10 (1).
<https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.%20v10i1.42651>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Rancangan Percobaan Penelitian

Dalam Penelitian ini,, jumlah ulangan ditetapkan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Gaspersz (1995) sebagai berikut.

r = Ulangan

t = Perlakuan

Maka :

$$(r-1) (t-1) \geq 15$$

$$(r-1) (9-1) \geq 15$$

$$9 (r-1) \geq 15$$

$$9r-9 \geq 15$$

$$9r \geq 24$$

$$r \geq 2,6 \sim 3 \text{ kali ulangan}$$

Dengan begitu penelitian ini menggunakan 9 perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat total 27 unit percobaan.

Lampiran 2. Bahan Pembuatan dan Formulasi Ekstrak Propolis Cair

No.	Bahan	Jumlah
1.	Propolis <i>Tetragonula laeviceps</i>	180 gr
2.	Etanol 96%	900 mL
3.	Propilen Glikol	900 mL
4.	Madu <i>Trigona</i>	900 mL

Perlakuan	Bahan	Jumlah
p ₁ k ₁	Etanol 96%	200 mL
	Ekstrak Propolis	10 Gram
p ₂ k ₁	Propilen Glikol	200 mL
	Ekstrak Propolis	10 Gram
p ₃ k ₁	Madu <i>Trigona</i>	200 mL
	Ekstrak Propolis	10 Gram

Formulasi bahan pembuatan ekstrak propolis cair dengan propolis 5% dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W \text{ Bahan} &= \text{Konsentrasi} \times \text{Volume Pelarut (mL)} \\
 W \text{ Bahan} &= \frac{5}{100} \times 200 \text{ mL} \\
 &= 10 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Bahan	Jumlah
p ₁ k ₁	Etanol 96%	200 mL
	Ekstrak Propolis	20 Gram
p ₂ k ₁	Propilen Glikol	200 mL
	Ekstrak Propolis	20 Gram
p ₃ k ₁	Madu <i>Trigona</i>	200 mL
	Ekstrak Propolis	20 Gram

Formulasi bahan pembuatan ekstrak propolis cair dengan propolis 10% dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W \text{ Bahan} &= \text{Konsentrasi} \times \text{Volume Pelarut (mL)} \\
 W \text{ Bahan} &= \frac{10}{100} \times 200 \text{ mL} \\
 &= 20 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Bahan	Jumlah
p ₁ k ₁	Etanol 96%	200 mL
	Ekstrak Propolis	30 Gram
p ₂ k ₁	Propilen Glikol	200 mL
	Ekstrak Propolis	30 Gram
p ₃ k ₁	Madu <i>Trigona</i>	200 mL
	Ekstrak Propolis	30 Gram

Formulasi bahan pembuatan ekstrak propolis cair dengan propolis 5% dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W \text{ Bahan} &= \text{Konsentrasi} \times \text{Volume Pelarut (mL)} \\
 W \text{ Bahan} &= \frac{15}{100} \times 200 \text{ mL} \\
 &= 30 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Lampiran 3. Analisis Intensitas Warna Menggunakan Lovibond Tintometer (Putri et al., 2024)

Pengujian warna dilakukan menggunakan tintometer. Alat ini digunakan untuk menilai mutu fisik suatu cairan dengan mengukur intensitas warnanya. Prosedur yang digunakan dimana sampel dituangkan kedalam kuvet lalu dimasukkan ke dalam *lightning cabinet* yang terdapat dalam alat *Lovibond tintometer*.

Lampiran 4. Analisis Total Padatan Terlarut (TPT) Menggunakan Metode Refraktometri (Misto et al., 2016 ; Aulia et al., 2021)

Pengukuran total padatan terlarut dalam madu dilakukan menggunakan refraktometer brix, yaitu alat yang memberikan hasil pengukuran dalam bentuk persentase. Refraktometer bekerja berdasarkan prinsip pembiasan Cahaya, dimana sinar yang dilewatkan melalui sampel akan dibiaskan sesuai dengan jumlah zat terlarut yang terdapat didalam cairan tersebut. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, semakin besar pula perubahan sudut bias yang terbaca oleh alat.

Dalam penggunaannya, refraktometer brix memerlukan kondisi pencahayaan yang memadai agar hasil pembacaan terlihat jelas. Sampel madu ditetaskan pada permukaan prisma alat, kemudian penutupnya ditutup untuk meratakan sampel dan mencegah adanya gelembung udara. Setelah itu, pengguna mengarahkan alat ke sumber cahaya dan membaca nilai yang muncul pada skala atau layar.

Lampiran 5. Analisis Kadar Gula Pereduksi Menggunakan Metode Spektrofotometri (Suedy et al., 2023)

Pembuatan Kurva Standar Glukosa

1. Timbang 1,25 gram glukosa, kemudian bahan dilarutkan ke dalam 25ml akuades steril.
2. Dari larutan tersebut, diambil masing-masing sebanyak 8ml, 6ml, 4ml, dan 2ml, lalu diencerkan sebanyak 10ml dalam tabung reaksi.
3. Larutan stok dan larutan pengenceran tersebut diambil sebanyak 0,1ml menggunakan pipet mikro dan ditambahkan dengan 1,5ml reagen DNS (*Dinitrosalicylic Acid*).
4. Larutan dikocok hingga homogen, kemudian ambil 0,5ml dan panaskan dalam penangas air 100 °C selama 5 menit.
5. Selanjutnya, larutan didinginkan dengan air mengalir, lalu tambahkan 15ml akuades steril. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 540nm, kemudian hasil pengukuran diplot dalam bentuk kurva untuk memperoleh persamaan ($y = a + bx$).

Pengukuran Sampel

1. Timbang 1g sampel dan larutkan ke dalam 20ml akuades.
2. Dari larutan tersebut, diambil 0,1ml dan tambahkan ke 1,5ml reagen DNS. Larutan kemudian dikocok hingga homogen lalu panaskan dalam penangas air bersuhu 100 °C selama 5 menit.

3. Selanjutnya, dinginkan larutan pada air mengalir. Ambil larutan 0,5ml kemudian tambahkan 15ml akuades steril. Larutan dihomogenkan dan ukur absorbansinya pada panjang gelombang 540nm.
4. Data hasil pengukuran dihitung menggunakan persamaan dari kurva standar dan dibagi dengan bobot sampel yang digunakan. Persentase kadar glukosa akan diperoleh dengan mengalikan angka hasil tersebut dengan nilai 100%.

Lampiran 6. Analisis Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (AOAC, 1995)

Larutan DPPH

1. 5 mg serbuk DPPH dilarutkan dengan metanol dalam labu ukur 50 mL. dan diaduk dengan metanol hingga tanda batas dan didapatkan larutan DPPH 100 $\mu\text{g/mL}$.

Preparasi Sampel

5. 10 mg ekstrak sampel dilarutkan dalam metanol dengan konsentrasi $\mu\text{g/mL}$ sebagai larutan induk.
6. Dari larutan induk dibuat dalam berbagai konsentrasi (500, 250 dan 125 $\mu\text{g/mL}$) dimasukkan kedalam tabung reaksi.
7. Setiap tabung reaksi ditambahkan 1,0 mL DPPH kemudian ditambahkan lagi 2,0 mL. metanol kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit selanjutnya serapan diukur pada panjang gelombang 517 nm.
8. Sebagai pembanding digunakan kuersetin (konsentrasi 2: 4; 10; dan 16 $\mu\text{g/mL}$).
9. Nilai IC_{50} dihitung masing-masing dengan menggunakan persamaan regresi.

Larutan Blanko

1. 3 mL metanol dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 1,0 mL larutan DPPH, dikocok sampai homogen, diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit.

Perhitungan

Presentase inhibisi (IC_{50}) terhadap radikal DPPH dari masing-masing konsentrasi sampel dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorban blanko} - \text{Absorban sampel}}{\text{Absorban blanko}} \times 100\%$$

Lampiran 7. Analisis pH Menggunakan pH Meter (AOAC, 1990)

Prosedur analisis pH

1. Sebelum pH meter digunakan, terlebih dahulu dilakukan peneraan dengan larutan buffer pH 4 dan pH 7
2. Masukkan pH meter kedalam sampel
3. Nilai pH sampel adalah nilai yang ditunjukkan oleh monitor digital pada posisi konstan.

Lampiran 8. Kebutuhan Sampel

No	Analisis	Bahan	Kebutuhan	Total (ml)
1	Total Padatan Terlarut	Ekstrak Propolis	1 mL x 27 sampel	27 mL
2	Intensitas Warna	Ekstrak Propolis	15 mL x 27 sampel	405 mL
3	pH	Ekstrak Propolis	15 mL x 27 sampel	405 mL
4	IC_{50}	Ekstrak Propolis	5 mL x 27 sampel	135 mL
5	Kadar Gula Pereduksi	Ekstrak Propolis	10 mL x 27 sampel	270 mL
Total				1.242 mL

Lampiran 9. Rincian Kebutuhan Setiap Respon

No.	Respon	mL
1.	Uji Total Padatan Terlarut	1 mL
2.	Uji Intensitas Warna	15 mL
3.	Uji pH	15 mL
4.	Uji Aktivitas Antioksidan	5 mL
5.	Uji Kadar Gula Pereduksi	10 mL
Total		46 mL

Lampiran 10. Formulasi Ekstrak Propolis Cair

No.	Etanol 96%	Propolis
	mL	Gram
1.	200 mL	10 Gram
2.	200 mL	20 Gram
3.	200 mL	30 Gram
Total	600 mL	60 Gram

No.	Propilen Glikol	Propolis
	mL	Gram
1.	200 mL	10 Gram
2.	200 mL	20 Gram
3.	200 mL	30 Gram
Total	600 mL	60 Gram

No.	Madu <i>Trigona</i>	Propolis
	mL	Gram
1.	200 mL	10 Gram
2.	200 mL	20 Gram
3.	200 mL	30 Gram
Total	600 mL	60 Gram

Lampiran 11. Data Analisis Total Padatan Terlarut Penelitian Tahap I

Ulangan	Etanol 96%	Propilen Glikol	Madu <i>Trigona</i>
	°Brix	°Brix	°Brix
1.	16	54,9	74,5
2.	16,2	55,3	74,7
3.	16,4	55,1	74,3
Rata-Rata	16,2	55,1	74,5

Lampiran 12. Data Analisis Intensitas Warna Penelitian Tahap I

Pelarut		Intensitas Warna		
		L*	a*	b*
Etanol 96%	Ulangan 1	-	-	-
	Ulangan 2	-	-	-
	Ulangan 3	-	-	-
	Rata-Rata	-	-	-
Propilen Glikol	Ulangan 1	-	-	-
	Ulangan 2	-	-	-
	Ulangan 3	-	-	-
	Rata-Rata	-	-	-
Madu <i>Trigona</i>	Ulangan 1	6,75	3,58	3,49
	Ulangan 2	6,81	3,55	3,52
	Ulangan 3	6,78	3,52	3,55
	Rata-Rata	6,78	3,55	3,52

Lampiran 13. Data Analisis pH Penelitian Tahap I

Ulangan	Etanol 96%	Propilen Glikol	Madu <i>Trigona</i>
1.	6,85	5,96	4,22
2.	6,89	6,00	4,24
3.	6,87	5,98	4,26
Rata-Rata	6,87	5,98	4,24

Lampiran 14. Data dan Pehitungan Analisis Aktivitas Antioksidan Penelitian Tahap I

Sampel	ppm	INHIBISI (%)		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Etanol 96%	0	-	-	-
	125	-	-	-
	250	-	-	-
	500	-	-	-
Propilen Glikol	0	-	-	-
	125	-	-	-
	250	-	-	-
	500	-	-	-
Madu <i>Trigona</i>	0	0	0	0
	125	11,587	11,461	11,461
	250	40,932	40,806	40,554
	500	63,602	63,224	63,098

Sampel	y	a	b	ppm (IC50)
Etanol 96%	-	-	-	-
Etanol 96%	-	-	-	-
Etanol 96%	-	-	-	-
Propilen Glikol	-	-	-	-
Propilen Glikol	-	-	-	-
Propilen Glikol	-	-	-	-
Madu <i>Trigona</i>	50	0,1318	0,2519	337,451
Madu <i>Trigona</i>	50	0,1311	0,2519	379,467
Madu <i>Trigona</i>	50	0,1309	0,1889	380,528

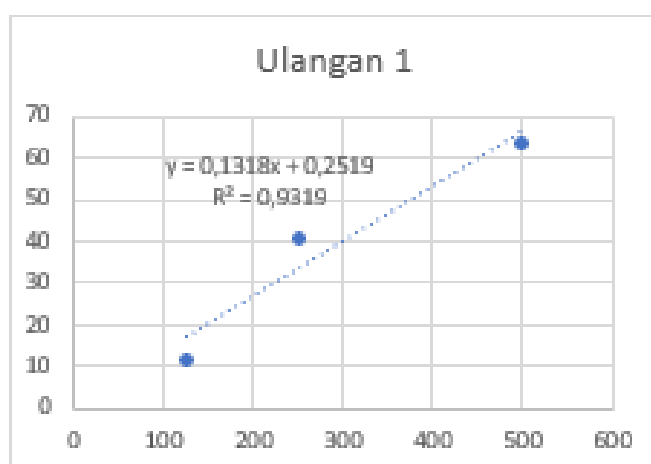
$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A \text{ Blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ Blanko}} \times 100\%$$

$$y = ax + b$$

$$ax = y - b$$

$$x = \frac{y - b}{a}$$

$$IC50 = \frac{50 + b}{a}$$



Perhitungan Madu *Trigona* Murni (M0) Ulangan 1

Dik :

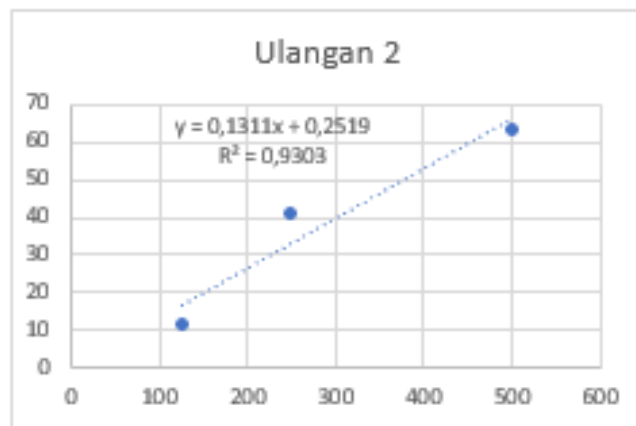
$$a = 0,1318$$

$$b = 0,2519$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$X = \frac{50 - 0,2519}{0,1318} = IC_{50} = 377,451 \text{ ppm}$$



Perhitungan Madu *Trigona* Murni (M0) Ulangan 2

Dik :

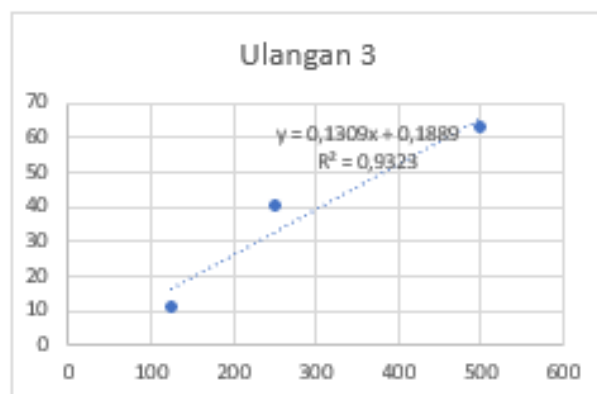
$$a = 0,1311$$

$$b = 0,2519$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$X = \frac{50 - 0,2519}{0,1311} = IC_{50} = 379,467 \text{ ppm}$$



Perhitungan Madu *Trigona* Murni (M0) Ulangan 3

Dik :

$$a = 0,1309$$

$$b = 0,1889$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 0,1889}{0,1309} = IC_{50} = 380,528 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Madu *Trigona* Murni

$$\text{Rata-Rata} = \frac{377,451 - 379,467 - 380,528}{3} = IC_{50} = 379,15 \text{ ppm}$$

Lampiran 15. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Total Padatan Terlarut Penelitian Tahap II

PELARUT (P)	ULANGAN	KONSENTRASI PROPOLIS (K)			TOTAL
		5% (k1)	10% (k2)	15% (k3)	
Etanol 96% (p1)	1	21,9	23,8	24,7	70,40
	2	22,0	24	25,2	71,20
	3	21,8	24,1	25	70,90
Sub Total		65,70	71,90	74,90	212,50
Rata-Rata		21,90	23,97	24,97	70,83
Propilen Glikol (p2)	1	55,2	56,1	56,9	168,20
	2	55,3	56	56,8	168,10
	3	55,5	55,9	57	168,40
Sub Total		166,00	168,00	170,70	504,70
Rata - Rata		55,33	56,00	56,90	168,23
Madu <i>Trigona</i> (p3)	1	83,1	83,2	83,5	249,80
	2	83,0	83,5	83,9	250,40
	3	83,1	83,7	84	250,80
Sub Total		249,20	250,40	251,40	751,00
Rata - Rata		83,07	83,47	83,80	250,33
Total		480,90	490,30	497,00	1468,20
Rata - Rata		53,43	54,48	55,22	163,13

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
KELOMPOK	2	0,1756	0,0878		
PERLAKUAN	8	16168,3333	2021,0417		
FAKTOR A	2	16149,1400	8074,5700	341981,79	3,63
FAKTOR B	2	14,5356	7,2678	307,81	3,63
INTERAKSI (AB)	4	4,6578	1,1644	49,32	3,01
GALAT	16	0,3778	0,0236		
TOTAL	26	16168,8867			

Perhitungan ANAVA Analisis Total Padatan Terlarut :

$$FK = \frac{(\text{Total})^2}{\sum \text{Ulangan} \times \sum \text{Sampel}}$$

$$= 79837,45333$$

$$JKK = \frac{(\sum K1)^2 + (\sum K2)^2 + (\sum K3)^2}{\sum \text{Sampel}} - FK$$

$$= 0,1756$$

$$JKP = \frac{(\sum a1)^2 + (\sum a2)^2 + (\sum a3)^2 + (\sum a4)^2 + (\sum a5)^2}{\sum \text{Ulangan}} - FK$$

$$= 16168,333$$

$$JKT = ((n_1)^2 + (n_2)^2 + \dots + (n_n)^2) - FK$$

$$= 16168,8867$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= 0,3778$$

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: TPT					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16168.509 ^a	10	1616.851	68478.391	.000
Intercept	79837.453	1	79837.453	3381350.965	.000
JENIS_PELARUT	16149.140	2	8074.570	341981.788	.000
KONSENTRASI_PROPO LIS	14.536	2	7.268	307.812	.000
KELOMPOK	.176	2	.088	3.718	.047
JENIS_PELARUT * KONSENTRASI_PROPO LIS	4.658	4	1.164	49.318	.000
Error	.378	16	.024		
Total	96006.340	27			
Corrected Total	16168.887	26			
a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)					

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor P (Jenis Pelarut), faktor K (Konsentrasi Propolis), serta interaksi faktor P dan K > F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor P, faktor K, dan interaksi (PK) berpengaruh nyata terhadap respon total padatan terlarut dan perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,089$$

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	Taraf Nyata 5%
-	-	p1k1	21,90	-									a
3	0,2661	p1k2	23,97	2,07*	-								b
3,15	0,2795	p1k3	24,97	3,07*	1,00*	-							c
3,23	0,2865	p2k1	55,33	33,43*	31,36*	30,36*	-						d
3,3	0,2928	p2k2	56,00	34,10*	32,03*	31,03*	0,67*	-					e
3,34	0,2963	p2k3	56,90	35,00*	32,93*	31,93*	1,57*	0,90*	-				f
3,37	0,2990	p3k1	83,07	61,17*	59,10*	58,10*	27,74*	27,07*	26,17*	-			g
3,39	0,3007	p3k2	83,47	61,57*	59,50*	58,50*	28,14*	27,47*	26,57*	0,40*	-		h
3,41	0,3025	p3k3	83,80	61,90*	59,83*	58,83*	28,47*	27,80*	26,90*	0,73*	0,33*		i

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p1k1	21,90	-				a
3	0,2661	p1k2	23,97	2,0700	*	-		b
3,15	0,2795	p1k3	24,97	3,0700	*	1,0000	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p2k1	55,33	-				a
3	0,2661	p2k2	56,00	0,6700	*	-		b
3,15	0,2795	p2k3	56,90	1,5700	*	0,9000	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p3k1	83,07	-				a
3	0,2661	p3k2	83,47	0,4000	*	-		b
3,15	0,2795	p3k3	83,80	0,7300	*	0,3300	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k1p1	21,90	-				a
3	0,2661	k1p2	55,33	33,4300	*	-		b
3,15	0,2795	k1p3	83,07	61,1700	*	27,7400	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k2p1	23,97	-				a
3	0,2661	k2p2	56,00	32,0300	*	-		b
3,15	0,2795	k2p3	83,47	59,5000	*	27,4700	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k3p1	24,97	-				a
3	0,2661	k3p2	56,90	31,9300	*	-		b
3,15	0,2795	k3p3	83,80	58,8300	*	26,9000	*	c

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ Etanol 96%	A 21,90±0,10 a	A 23,97±0,15 b	A 24,97±0,25 c
p ₂ Propilen Glikol	B 55,33±0,15 a	B 56,00±0,10 b	B 56,90±0,10 c
p ₃ Madu <i>Trigona</i>	C 83,07±0,06 a	C 83,47±0,25 b	C 83,80±0,26 c

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap total padatan terlarut menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Lampiran 16. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Intensitas Warna L* Penelitian Tahap II

PELARUT (P)	ULANGAN	KONSENTRASI PROPOLIS (K)			TOTAL
		5% (k1)	10% (k2)	15% (k3)	
Etanol 96% (p1)	1	71,34	65,45	49,58	186,37
	2	72,48	63,13	49,54	185,15
	3	73,43	65,4	49,59	188,42
Sub Total		217,25	193,98	148,71	559,94
Rata-Rata		72,42	64,66	49,57	186,65
Propilen Glikol (p2)	1	45,74	30,57	19,42	95,73
	2	45,55	31,05	19,47	96,07
	3	45,31	30,6	19,45	95,36
Sub Total		136,60	92,22	58,34	287,16
Rata - Rata		45,53	30,74	19,45	95,72
Madu <i>Trigona</i> (p3)	1	6,89	6,25	5,12	18,26
	2	6,87	6,2	5,11	18,18
	3	7,04	6,3	5,15	18,49
Sub Total		20,80	18,75	15,38	54,93
Rata - Rata		6,93	6,25	5,13	18,31
Total		374,65	304,95	222,43	902,03
Rata - Rata		41,63	33,88	24,71	100,23

Sumber keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Total (KT)	F Hitung	F TABEL 5%
KELOMPOK	2	0,4743	0,2372		
PERLAKUAN	8	16040,8000	2005,1000		
FAKTOR A	2	14199,0667	7099,5334	20684, 723	3,63
FAKTOR B	2	1290,3174	645,1587	1879,6 91	3,63
INTERAKSI (AB)	4	551,4159	137,8540	401,64	3,01
GALAT	16	5,4916	0,3432		
TOTAL	26	16046,7659			

Perhitungan ANAVA Analisis Intensitas Warna L* :

$$FK = \frac{(Total)^2}{\sum Ulangan \times \sum Sampel}$$

$$= 30135,48596$$

$$JKK = \frac{(\sum K1)^2 + (\sum K2)^2 + (\sum K3)^2}{\sum Sampel} - FK$$

$$= 0,4743$$

$$JKP = \frac{(\sum a1)^2 + (\sum a2)^2 + (\sum a3)^2 + (\sum a4)^2 + (\sum a5)^2}{\sum Ulangan} - FK$$

$$= 16040,8$$

$$JKT = ((n_1)^2 + (n_2)^2 + \dots + (n_n)^2) - FK$$

$$= 16046,7659$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= 5,4916$$

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: L					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16041.274 ^a	10	1604.127	4673.678	.000
Intercept	30135.486	1	30135.486	87800.727	.000
JENIS_PELARUT	14199.067	2	7099.533	20684.723	.000
KONSENTRASI_PROPO LIS	1290.317	2	645.159	1879.691	.000
KELOMPOK	.474	2	.237	.691	.515
JENIS_PELARUT * KONSENTRASI_PROPO LIS	551.416	4	137.854	401.642	.000
Error	5.492	16	.343		
Total	46182.252	27			
Corrected Total	16046.766	26			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = ,999)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor P (Jenis Pelarut), faktor K (Konsentrasi Propolis),serta interaksi faktor P dan K $>$ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor P, faktor K, dan interaksi (PK) berpengaruh nyata terhadap respon intensitas warna L* dan perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,338$$

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	TARAF NYATA 5%
-	-	p3k3	5,13	-									a
3	1,0147	p3k2	6,25	1,12*	-								b
3,15	1,0655	p3k1	6,93	1,80*	0,68 ^{tn}	-							b
3,23	1,0925	p2k3	19,45	14,32*	13,20*	12,52*	-						c
3,3	1,1162	p2k2	30,74	25,61*	24,49*	23,81*	11,29*	-					d
3,34	1,1297	p2k1	45,53	40,40*	39,28*	38,60*	26,08*	14,79*	-				e
3,37	1,1399	p1k3	49,57	44,44*	43,32*	42,64*	30,12*	18,83*	4,04*	-			f
3,39	1,1466	p1k2	64,66	59,53*	58,41*	57,73*	45,21*	33,92*	19,13*	15,09*	-		g
3,41	1,1534	p1k1	72,42	67,29*	66,17*	65,49*	52,97*	41,68*	26,89*	22,85*	7,76*	-	h

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p1k3	49,57	-				a
3	1,0147	p1k2	64,66	15,0900	*	-		b
3,15	1,0655	p1k1	72,42	22,8500	*	7,7600	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p2k3	19,45	-				a
3	1,0147	p2k2	30,74	11,2900	*	-		b
3,15	1,0655	p2k1	45,53	26,0800	*	14,7900	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p3k3	5,13	-				a
3	1,0147	p3k2	6,25	1,1200	*	-		b
3,15	1,0655	p3k1	6,93	1,8000	*	0,6800	tn	b

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k1p3	6,93	-				a
3	1,0147	k1p2	45,53	38,6000	*	-		b
3,15	1,0655	k1p1	72,42	65,4900	*	26,8900	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k2p3	6,25	-				a
3	1,0147	k2p2	30,74	24,4900	*	-		b
3,15	1,0655	k2p1	64,66	58,4100	*	33,9200	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k3p3	5,13	-				a
3	1,0147	k3p2	19,45	14,3200	*	-		b
3,15	1,0655	k3p1	49,57	44,4400	*	30,1200	*	c

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	72,42±1,05 C c	64,66±1,33 C b	49,57±0,03 C a
p ₂ (Propilen Glikol)	45,53±0,22 B c	30,74±0,27 B b	19,45±0,20 B a
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	6,93±0,09 A b	6,25±0,05 A b	5,13±0,02 A a

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap intensitas warna L* menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Lampiran 17. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Intensitas Warna a* Penelitian Tahap II

PELARUT (P)	ULANGAN	KONSENTRASI PROPOLIS (K)			TOTAL
		5% (k1)	10% (k2)	15% (k3)	
Etanol 96% (p1)	1	10,25	26,43	40,38	77,06
	2	10,6	25,82	40,91	77,33
	3	10,53	26,45	40,97	77,95
Sub Total		31,38	78,70	122,26	232,34
Rata-Rata		10,46	26,23	40,75	77,45
Propilen Glikol (p2)	1	6,11	10,41	12,24	28,76
	2	5,71	10,36	12,35	28,42
	3	5,79	10,3	12,28	28,37
Sub Total		17,61	31,07	36,87	85,55
Rata - Rata		5,87	10,36	12,29	28,52
Madu <i>Trigona</i> (p3)	1	4,72	6,85	8,15	19,72
	2	4,73	6,82	8,11	19,66
	3	4,68	6,87	8,09	19,64
Sub Total		14,13	20,54	24,35	59,02
Rata - Rata		4,71	6,85	8,12	19,67
Total		63,12	130,31	183,48	376,91
Rata - Rata		7,01	14,48	20,39	41,88

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Total (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
KELOMPOK	2	0,0184	0,0092		
PERLAKUAN	8	3396,8850	424,6106		
FAKTOR A	2	1936,7025	968,3512	24830,700	3,63
FAKTOR B	2	808,4472	404,2236	10365,200	3,63
INTERAKSI (AB)	4	651,7353	162,9338	4177,99	3,01
GALAT	16	0,6240	0,0390		
TOTAL	26	3397,5273			

Perhitungan ANAVA Analisis Intensitas Warna a* :

$$FK = \frac{(\text{Total})^2}{\sum \text{Ulangan} \times \sum \text{Sampel}}$$

$$= 5261,524004$$

$$JKK = \frac{(\sum K1)^2 + (\sum K2)^2 + (\sum K3)^2}{\sum \text{Sampel}} - FK$$

$$= 0,0184$$

$$JKP = \frac{(\sum a1)^2 + (\sum a2)^2 + (\sum a3)^2 + (\sum a4)^2 + (\sum a5)^2}{\sum \text{Ulangan}} - FK$$

$$= 3396,8850$$

$$JKT = ((n_1)^2 + (n_2)^2 + \dots + (n_n)^2) - FK$$

$$= 3397,5273$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= 0,6240$$

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: a					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3396.903 ^a	10	339.690	8710.422	.000
Intercept	5261.524	1	5261.524	134917.278	.000
JENIS_PELARUT	1936.702	2	968.351	24830.698	.000
KONSENTRASI_PROPO LIS	808.447	2	404.224	10365.200	.000
KELOMPOK	.018	2	.009	.235	.793
JENIS_PELARUT * KONSENTRASI_PROPO LIS	651.735	4	162.934	4177.989	.000
Error	.624	16	.039		
Total	8659.051	27			
Corrected Total	3397.527	26			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor P (Jenis Pelarut), faktor K (Konsentrasi Propolis), serta interaksi faktor P dan K > F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor P, faktor K, dan interaksi

(PK) berpengaruh nyata terhadap respon intensitas warna a^* dan perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,114$$

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	TARAF NYATA 5%
-	-	p3k1	4,71	-									a
3	0,3420	p2k1	5,87	1,16*	-								b
3,15	0,3591	p3k2	6,85	2,14*	0,98*	-							c
3,23	0,3683	p3k3	8,12	3,41*	2,25*	1,27*	-						d
3,3	0,3762	p2k2	10,36	5,65*	4,49*	3,51*	2,24*	-					e
3,34	0,3808	p1k1	10,46	5,75*	4,59*	3,61*	2,34*	0,10 ^{tn}	-				e
3,37	0,3842	p2k3	12,29	7,58*	6,42*	5,44*	4,17*	1,93*	1,83*	-			f
3,39	0,3865	p1k2	26,23	21,52*	20,36*	19,38*	18,11*	15,87*	15,77*	13,94*	-		g
3,41	0,3888	p1k3	40,75	36,04*	34,88*	33,90*	32,63*	30,39*	30,29*	28,46*	14,52*	-	h

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p1k1	10,46	-				a
3	0,3420	p1k2	26,23	15,7700	*	-		b
3,15	0,3591	p1k3	40,75	30,2900	*	14,5200	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p2k1	5,87	-				a
3	0,3420	p2k2	10,36	4,4900	*	-		b
3,15	0,3591	p2k3	12,29	6,4200	*	1,9300	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p3k1	4,71	-				a
3	0,3420	p3k2	6,85	2,1400	*	-		b
3,15	0,3591	p3k3	8,12	3,4100	*	1,2700	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k1p3	4,71	-				a
3	0,3420	k1p2	5,87	1,1600	*	-		b
3,15	0,3591	k1p1	10,46	5,7500	*	4,5900	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k2p3	6,85	-				a
3	0,3420	k2p2	10,36	3,5100	*	-		b
3,15	0,3591	k2p1	26,23	19,3800	*	15,8700	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k3p3	8,12	-				a
3	0,3420	k3p2	12,29	4,1700	*	-		b
3,15	0,3591	k3p1	40,75	32,6300	*	28,4600	*	c

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	C 10,46±0,19 a	C 26,23±0,36 b	C 40,75±0,32 c
p ₂ (Propilen Glikol)	B 5,87±0,21 a	B 10,36±0,06 b	B 12,29±0,06 c
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	A 4,71±0,03 a	A 6,85±0,03 b	A 8,12±0,03 c

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap intensitas warna a* menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Lampiran 18. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Intensitas Warna b* Penelitian Tahap II

PELARUT (P)	ULANGAN	KONSENTRASI PROPOLIS (K)			TOTAL
		5% (k1)	10% (k2)	15% (k3)	
Etanol 96% (p1)	1	82,04	95,17	95,51	272,72
	2	83	92,54	95,57	271,11
	3	83,85	95,05	95,56	274,46
Sub Total		248,89	282,76	286,64	818,29
Rata-Rata		82,96	94,25	95,55	272,76
Propilen Glikol (p2)	1	42,32	31,54	26,39	100,25
	2	41,62	32,28	26,43	100,33
	3	41,58	31,59	26,41	99,58
Sub Total		125,52	95,41	79,23	300,16
Rata - Rata		41,84	31,80	26,41	100,05
Madu <i>Trigona</i> (p3)	1	3,47	5,18	6,28	14,93
	2	3,4	5,27	6,25	14,92
	3	3,49	5,05	6,22	14,76
Sub Total		10,36	15,50	18,75	44,61
Rata - Rata		3,45	5,17	6,25	14,87
Total		384,77	393,67	384,62	1163,06
Rata - Rata		42,75	43,74	42,74	129,23

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Total (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
KELOMPOK	2	0,3383	0,1692		
PERLAKUAN	8	35198,6204	4399,8276		
FAKTOR A	2	34531,3053	17265,6526	42934,304	3,63
FAKTOR B	2	5,9680	2,9840	7,420	3,63
INTERAKSI (AB)	4	661,3472	165,3368	411,14	3,01
GALAT	16	6,4343	0,4021		
TOTAL	26	35205,3930			

Perhitungan ANAVA Analisis Intensitas Warna b* :

$$FK = \frac{(\text{Total})^2}{\sum \text{Ulangan} \times \sum \text{Sampel}}$$

$$= 50100,31717$$

$$JKK = \frac{(\sum K1)^2 + (\sum K2)^2 + (\sum K3)^2}{\sum \text{Sampel}} - FK$$

$$= 0,3383$$

$$JKP = \frac{(\sum a1)^2 + (\sum a2)^2 + (\sum a3)^2 + (\sum a4)^2 + (\sum a5)^2}{\sum \text{Ulangan}} - FK$$

$$= 35198,6204$$

$$JKT = ((n_1)^2 + (n_2)^2 + \dots + (n_n)^2) - FK$$

$$= 35205,3930$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= 6,4343$$

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: b					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	35198.959 ^a	10	3519.896	8752.885	.000
Intercept	50100.317	1	50100.317	124583.894	.000
JENIS_PELARUT	34531.305	2	17265.653	42934.304	.000
KONSENTRASI_PROPO LIS	5.968	2	2.984	7.420	.005
KELOMPOK	.338	2	.169	.421	.664
JENIS_PELARUT * KONSENTRASI_PROPO LIS	661.347	4	165.337	411.141	.000
Error	6.434	16	.402		
Total	85305.710	27			
Corrected Total	35205.393	26			
a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)					

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor P (Jenis Pelarut), faktor K (Konsentrasi Propolis),serta interaksi faktor P dan K > F tabel

pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor P, faktor K, dan interaksi (PK) berpengaruh nyata terhadap respon intensitas warna b^* dan perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,366$$

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	TARAF NYATA 5%
-	-	p3k3	3,45	-									a
3	1,0984	p3k2	5,17	1,72*	-								b
3,15	1,1533	p3k1	6,25	2,80*	1,08 ^{tn}	-							b
3,23	1,1826	p2k3	26,41	22,96*	21,24*	20,16*	-						c
3,3	1,2082	p2k2	31,80	28,35*	26,63*	25,55*	5,39*	-					d
3,34	1,2229	p2k1	41,84	38,39*	36,67*	35,59*	15,43*	10,04*	-				e
3,37	1,2338	p1k3	82,96	79,51*	77,79*	76,71*	56,55*	51,16*	41,12*	-			f
3,39	1,2412	p1k2	94,25	90,80*	89,08*	88,00*	67,84*	62,45*	52,41*	11,29*	-		g
3,41	1,2485	p1k1	95,55	92,10*	90,38*	89,30*	69,14*	63,75*	53,71*	12,59*	1,30*	-	h

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p1k1	82,96	-				a
3	1,0984	p1k2	94,25	11,2900	*	-		b
3,15	1,1533	p1k3	95,55	12,5900	*	1,3000	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p2k3	26,41	-				a
3	1,0984	p2k2	31,80	5,3900	*	-		b
3,15	1,1533	p2k1	41,84	15,4300	*	10,0400	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p3k1	3,45	-				a
3	1,0984	p3k2	5,17	1,7200	*	-		b
3,15	1,1533	p3k3	6,25	2,8000	*	1,0800	tn	b

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k1p3	3,45	-				a
3	1,0984	k1p2	41,84	38,3900	*	-		b
3,15	1,1533	k1p1	82,96	79,5100	*	41,1200	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k2p3	5,17	-				a
3	1,0984	k2p2	31,80	26,6300	*	-		b
3,15	1,1533	k2p1	94,25	89,0800	*	62,4500	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k3p3	6,25	-				a
3	1,0984	k3p2	26,41	20,1600	*	-		b
3,15	1,1533	k3p1	95,55	89,3000	*	69,1400	*	c

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	C 82,96±0,91 a	C 94,25±1,49 b	C 95,55±0,03 c
p ₂ (Propilen Glikol)	B 41,84±0,42 c	B 31,80±0,41 b	B 26,41±0,02 a
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	A 3,45±0,05 a	A 5,17±0,11 b	A 6,25±0,03 b

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap intensitas warna b* menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Lampiran 19. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis pH Penelitian Tahap II

PELARUT (P)	ULANGAN	KONSENTRASI PROPOLIS (K)			TOTAL
		5% (k1)	10% (k2)	15% (k3)	
Etanol 96% (p1)	1	5,59	5,54	5,52	16,65
	2	5,61	5,55	5,52	16,68
	3	5,62	5,53	5,51	16,66
Sub Total		16,82	16,62	16,55	49,99
Rata-Rata		5,61	5,54	5,52	16,66
Propilen Glikol (p2)	1	5,64	5,61	5,57	16,82
	2	5,63	5,59	5,58	16,80
	3	5,64	5,6	5,58	16,82
Sub Total		16,91	16,80	16,73	50,44
Rata - Rata		5,64	5,60	5,58	16,81
Madu <i>Trigona</i> (p3)	1	4,07	4,05	3,99	12,11
	2	4,06	4,04	4,01	12,11
	3	4,08	4,03	4,01	12,12
Sub Total		12,21	12,12	12,01	36,34
Rata - Rata		4,07	4,04	4,00	12,11
Total		45,94	45,54	45,29	136,77
Rata - Rata		5,10	5,06	5,03	15,20

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Total (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
KELOMPOK	2	0,00002	0,0000		
PERLAKUAN	8	14,2969	1,7871		
FAKTOR A	2	14,2717	7,1358	66724,688	3,63
FAKTOR B	2	0,0239	0,0119	111,690	3,63
INTERAKSI (AB)	4	0,0014	0,0003	3,22	3,01
GALAT	16	0,0017	0,0001		
TOTAL	26	14,2987			

Perhitungan ANAVA Analisis pH :

$$FK = \frac{(\text{Total})^2}{\sum \text{Ulangan} \times \sum \text{Sampel}}$$

$$= 692,81603$$

$$JKK = \frac{(\sum K1)^2 + (\sum K2)^2 + (\sum K3)^2}{\sum \text{Sampel}} - FK$$

$$= 0,00002$$

$$JKP = \frac{(\sum a1)^2 + (\sum a2)^2 + (\sum a3)^2 + (\sum a4)^2 + (\sum a5)^2}{\sum \text{Ulangan}} - FK$$

$$= 14,2969$$

$$JKT = ((n_1)^2 + (n_2)^2 + \dots + (n_n)^2) - FK$$

$$= 14,2987$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= 0,0017$$

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: pH					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14.297 ^a	10	1.430	13368.582	.000
Intercept	692.816	1	692.816	6478279.792	.000
JENIS_PELARUT	14.272	2	7.136	66724.675	.000
KONSENTRASI_PROPO LIS	.024	2	.012	111.688	.000
KELOMPOK	2.222E-5	2	1.111E-5	.104	.902
JENIS_PELARUT * KONSENTRASI_PROPO LIS	.001	4	.000	3.221	.041
Error	.002	16	.000		
Total	707.115	27			
Corrected Total	14.299	26			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor P (Jenis Pelarut), faktor K (Konsentrasi Propolis), serta interaksi faktor P dan K $>$ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor P, faktor K, dan interaksi (PK) berpengaruh nyata terhadap respon pH dan perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,006$$

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	TARAF NYATA 5%
-	-	p3k3	4,00	-									a
3	0,0179	p3k2	4,04	0,04*	-								b
3,15	0,0188	p3k1	4,07	0,07*	0,03*	-							c
3,23	0,0193	p1k3	5,52	1,52*	1,48*	1,45*	-						d
3,3	0,0197	p1k2	5,54	1,54*	1,50*	1,47*	0,02*	-					e
3,34	0,0199	p2k3	5,58	1,58*	1,54*	1,51*	0,06*	0,04*	-				f
3,37	0,0201	p2k2	5,60	1,60*	1,56*	1,53*	0,08*	0,06*	0,0200 ^{tn}	-			fg
3,39	0,0202	p1k1	5,61	1,61*	1,57*	1,54*	0,09*	0,07*	0,03*	0,01 ^{tn}	-		g
3,41	0,0204	p2k1	5,64	1,64*	1,60*	1,57*	0,12*	0,10*	0,06*	0,04*	0,03*	-	h

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p1k3	5,52	-				a
3	0,0179	p1k2	5,54	0,0200	*	-		b
3,15	0,0188	p1k1	5,61	0,0900	*	0,0700	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p2k3	5,58	-				a
3	0,0179	p2k2	5,60	0,0200	*	-		b
3,15	0,0188	p2k1	5,64	0,0600	*	0,0400	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p3k3	4,00	-				a
3	0,0179	p3k2	4,04	0,0400	*	-		b
3,15	0,0188	p3k1	4,07	0,0700	*	0,0300	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k1p3	4,07	-				a
3	0,0179	k1p1	5,61	1,5400	*	-		b
3,15	0,0188	k1p2	5,64	1,5700	*	0,0300	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k2p3	4,04	-				a
3	0,0179	k2p1	5,54	1,5000	*	-		b
3,15	0,0188	k2p2	5,60	1,5600	*	0,0600	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k3p3	4,00	-				a
3	0,0179	k3p1	5,52	1,5200	*	-		b
3,15	0,0188	k3p2	5,58	1,5800	*	0,0600	*	c

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	B 5,61±0,02 c	B 5,54±0,01 b	B 5,52±0,01 a
p ₂ (Propilen Glikol)	C 5,64±0,01 c	C 5,6±0,01 b	C 5,58±0,01 a
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	A 4,07±0,01 c	A 4,04±0,01 b	A 4,00±0,01 a

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap pH menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Lampiran 20. Data dan Perhitungan Analisis Aktivitas Antioksidan Penelitian Tahap II

Sampel	ppm	INHIBISI (%)		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
p1k1	0	0	0	0
	125	39,169	38,917	39,421
	250	53,401	53,275	53,526
	500	77,078	76,700	77,204
p1k2	0	0	0	0
	125	40,554	40,680	40,932
	250	57,431	57,683	57,809
	500	85,516	85,642	86,020
p1k3	0	0	0	0
	125	45,718	45,466	45,340
	250	59,950	59,824	59,950
	500	85,642	85,390	85,264
p2k1	0	0	0	0
	125	35,516	35,390	35,139
	250	51,259	51,134	51,259
	500	69,521	69,270	69,144
p2k2	0	0	0	0
	125	38,539	38,413	38,665
	250	56,927	56,675	56,801
	500	77,834	77,708	77,834
p2k3	0	0	0	0
	125	41,436	41,688	41,310
	250	58,564	58,690	58,438
	500	80,982	80,892	80,730
p3k1	0	0	0	0
	125	12,927	12,864	13,098
	250	40,050	40,050	40,176
	500	65,491	65,365	65,743
p3k2	0	0	0	0
	125	13,350	13,350	13,224
	250	42,191	42,443	42,317
	500	68,640	68,514	68,262

Sampel	ppm	INHIBISI (%)		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
p3k3	0	0	0	0
	125	15,869	15,995	16,247
	250	45,088	45,340	45,466
	500	69,899	69,899	70,025

Sampel	y	a	b	ppm (IC50)
p1k1	50	0,1002	27,33	226,248
p1k1	50	0,0997	27,204	228,646
p1k1	50	0,0999	27,582	224,404
p1k2	50	0,1188	26,511	197,719
p1k2	50	0,1187	26,7	196,293
p1k2	50	0,1192	26,826	194,413
p1k3	50	0,1059	32,872	162,984
p1k3	50	0,1059	32,683	163,522
p1k3	50	0,1057	32,683	163,832
p2k1	50	0,0882	26,385	267,744
p2k1	50	0,0878	26,322	269,681
p2k1	50	0,0879	26,196	270,808
p2k2	50	0,1018	28,086	215,265
p2k2	50	0,1018	27,897	217,122
p2k2	50	0,1015	28,149	215,281
p2k3	50	0,1032	30,227	191,599
p2k3	50	0,1026	30,542	189,649
p2k3	50	0,1028	30,164	192,957
p3k1	50	0,1346	0,2519	369,600
p3k1	50	0,1345	0,1889	370,343
p3k1	50	0,1349	0,3149	368,311
p3k2	50	0,1415	0,1259	352,467

Sampel	y	a	b	ppm (IC50)
p3k2	50	0,141	0,3149	352,377
p3k2	50	0,1406	0,2519	353,827
p3k3	50	0,1377	3,4635	337,956
p3k3	50	0,1372	3,7154	337,351
p3k3	50	0,137	3,9673	338,153

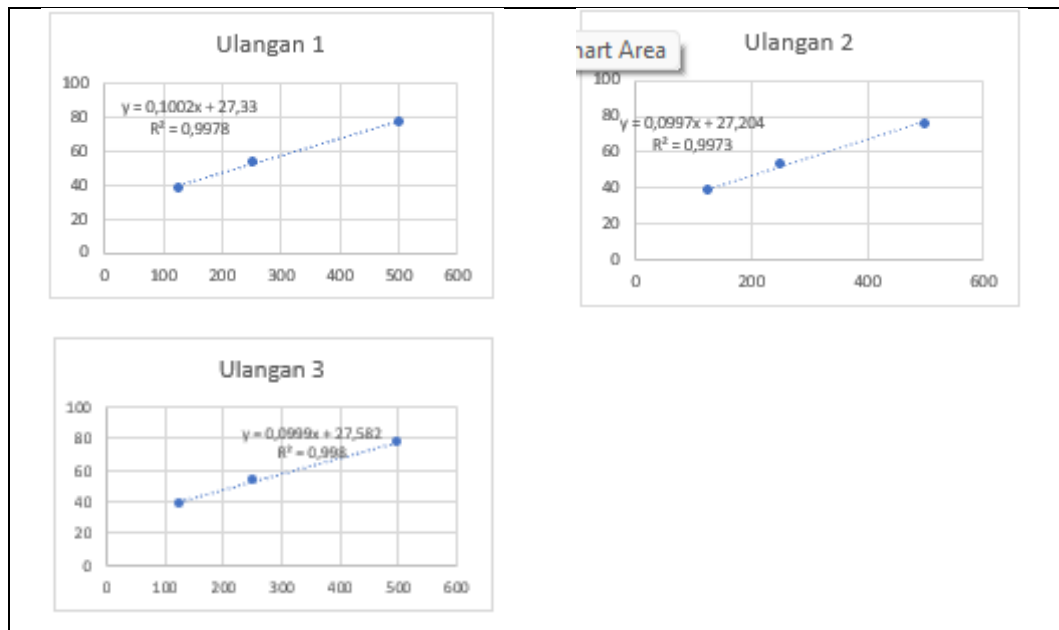
$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A \text{ Blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ Blanko}} \times 100\%$$

$$y = ax + b$$

$$ax = y - b$$

$$x = \frac{y-b}{a}$$

$$IC50 = \frac{50+b}{a}$$



Perhitungan p1k1

Dik :

$$a = 0,1002$$

$$b = 27,33$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 27,33}{0,1002} = IC_{50} = 226,248 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,0997$$

$$b = 27,204$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 27,204}{0,0997} = IC_{50} = 228,646 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,0999$$

$$b = 27,582$$

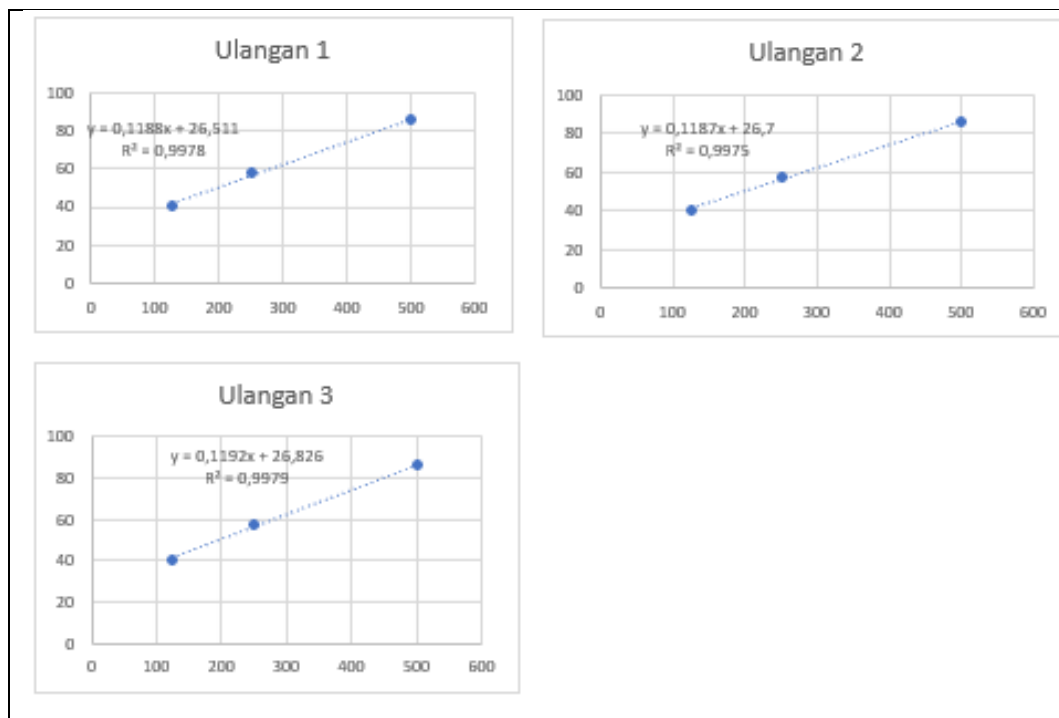
$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 27,33}{0,1002} = IC_{50} = 224,404 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Etanol 96%

$$\text{Rata-Rata} = \frac{226,248 - 228,646 - 224,404}{3} = IC_{50} = 226,43 \text{ ppm}$$



Perhitungan p1k2

Dik :

$$a = 0,1188$$

$$b = 26,511$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 26,511}{0,1188} = IC_{50} = 197,719 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1187$$

$$b = 26,7$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 26,7}{0,1187} = IC_{50} = 196,293 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1192$$

$$b = 26,826$$

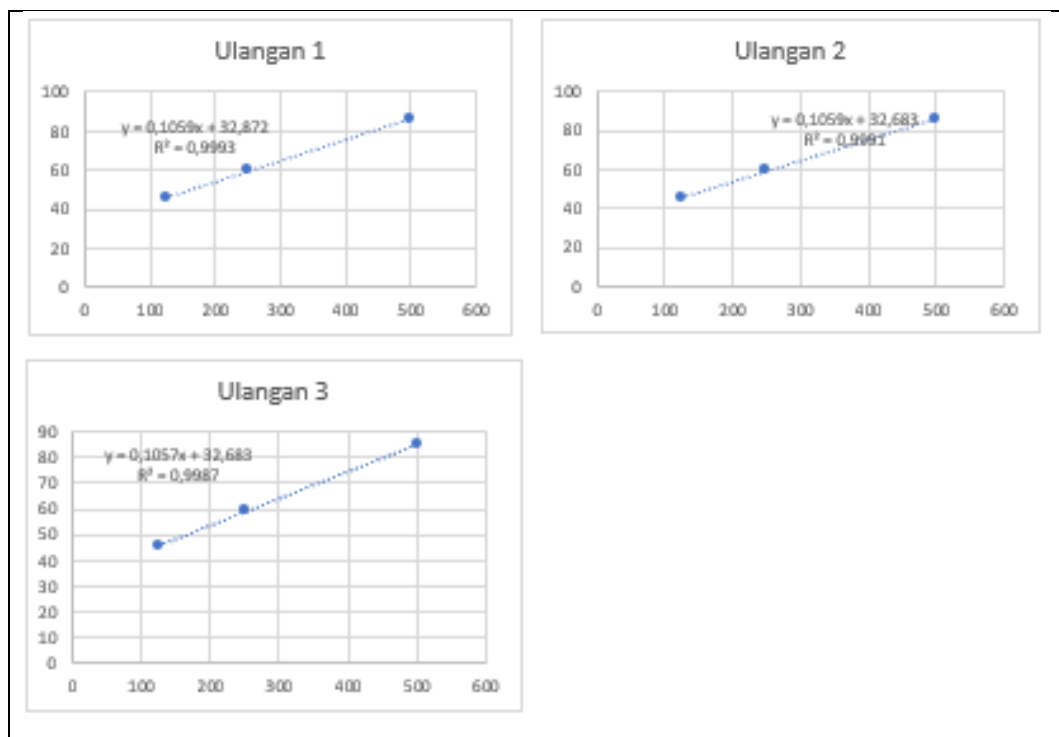
$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 26,826}{0,1192} = IC_{50} = 194,413 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Etanol 96%

$$\text{Rata-Rata} = \frac{197,719 - 196,293 - 194,413}{3} = IC_{50} = 196,14 \text{ ppm}$$



Perhitungan p1k3

Dik :

$$a = 0,1059$$

$$b = 32,872$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 32,872}{0,1059} = IC_{50} = 162,984 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1059$$

$$b = 32,683$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 32,683}{0,1059} = IC_{50} = 163,522 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1057$$

$$b = 32,683$$

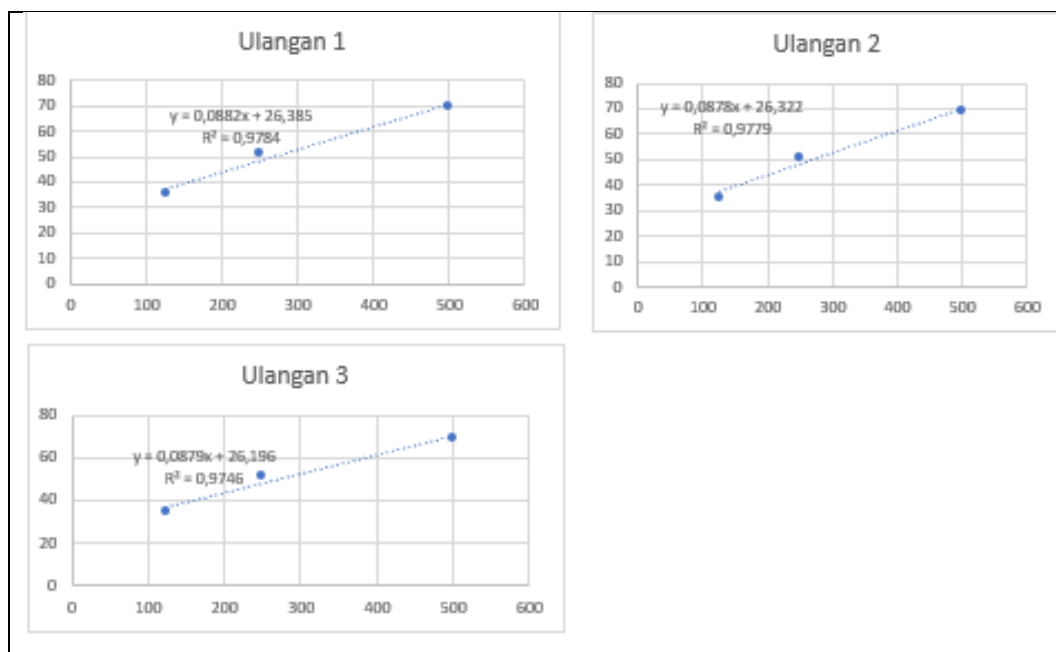
$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 32,683}{0,1057} = IC_{50} = 163,832 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Etanol 96%

$$\text{Rata-Rata} = \frac{162,984 - 163,522 - 163,832}{3} = IC_{50} = 163,45 \text{ ppm}$$



Perhitungan p2k1

Dik :

$$a = 0,0882$$

$$b = 26,385$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 26,385}{0,0882} = IC_{50} = 267,744 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,0878$$

$$b = 26,322$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 26,322}{0,0878} = IC_{50} = 269,681 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,0879$$

$$b = 26,196$$

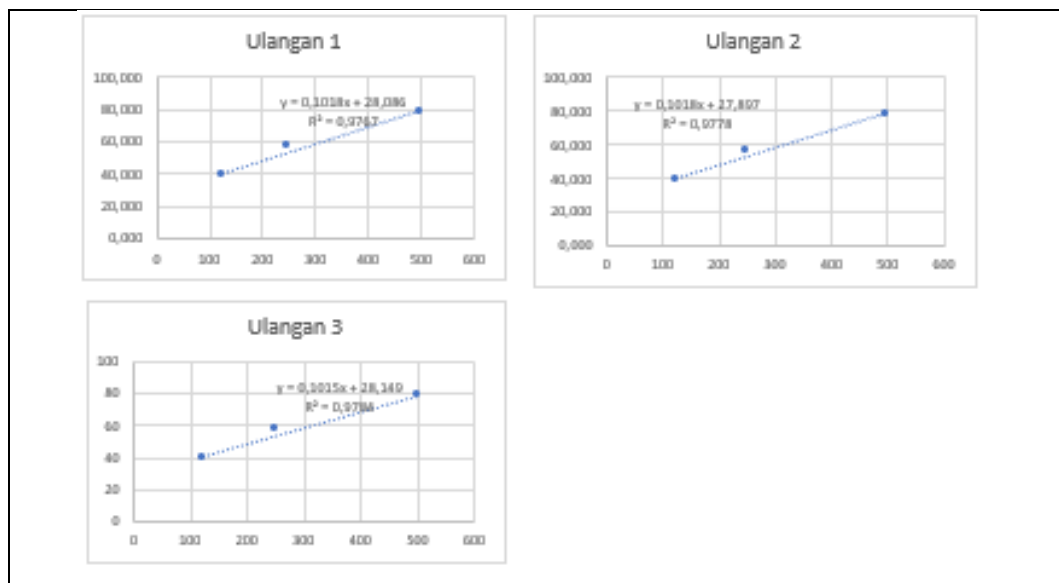
$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 26,196}{0,0879} = IC_{50} = 270,808 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Propilen Glikol

$$\text{Rata-Rata} = \frac{267,744 - 269,681 - 270,808}{3} = IC_{50} = 269,41 \text{ ppm}$$



Perhitungan p2k2

Dik :

$$a = 0,1018$$

$$b = 28,086$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 28,086}{0,1018} = IC_{50} = 215,265 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1018$$

$$b = 27,897$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 27,897}{0,1018} = IC_{50} = 217,122 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1015$$

$$b = 28,149$$

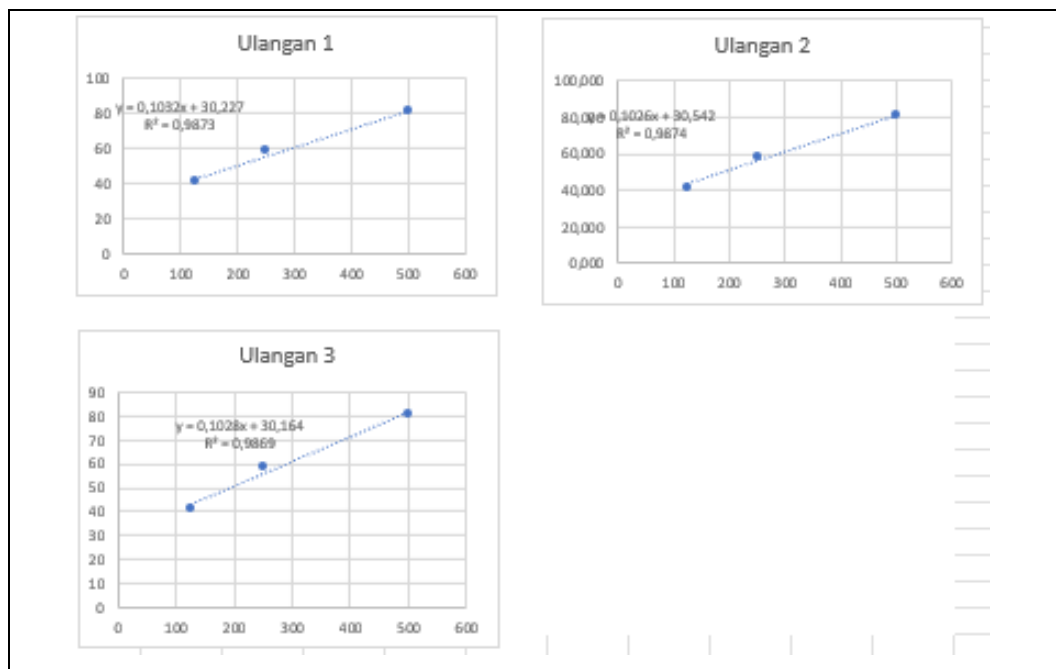
$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 28,149}{0,1015} = IC_{50} = 215,281 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Propilen Glikol

$$\text{Rata-Rata} = \frac{215,265 - 217,122 - 215,281}{3} = IC_{50} = 215,89 \text{ ppm}$$



Perhitungan p2k3

Dik :

$$a = 0,1032$$

$$b = 30,227$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 30,227}{0,1032} = IC_{50} = 191,599 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1026$$

$$b = 30,542$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 30,542}{0,1026} = IC_{50} = 189,649 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1028$$

$$b = 30,164$$

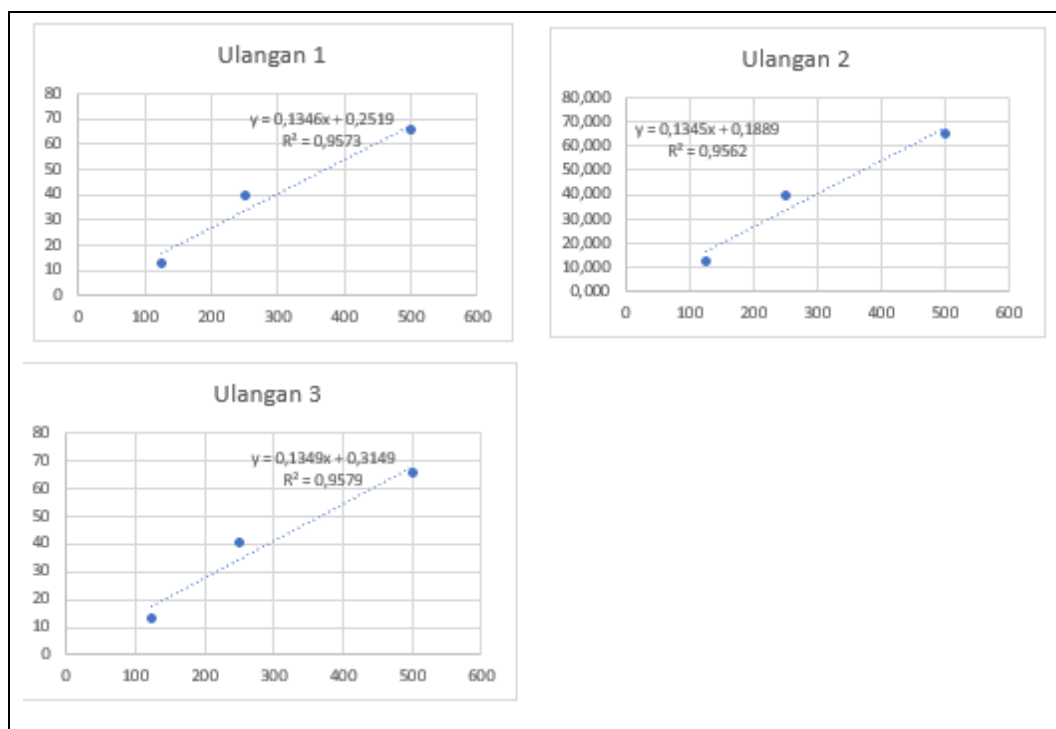
$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 30,164}{0,1028} = IC_{50} = 192,957 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Propilen Glikol

$$\text{Rata-Rata} = \frac{191,599 - 189,649 - 192,957}{3} = IC_{50} = 191,40 \text{ ppm}$$



Perhitungan p3k1

Dik :

$$a = 0,1346$$

$$b = 0,2519$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 0,2519}{0,1346} = IC_{50} = 369,600 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1345$$

$$b = 0,1889$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 0,1889}{0,1345} = IC_{50} = 370,343 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1349$$

$$b = 0,3149$$

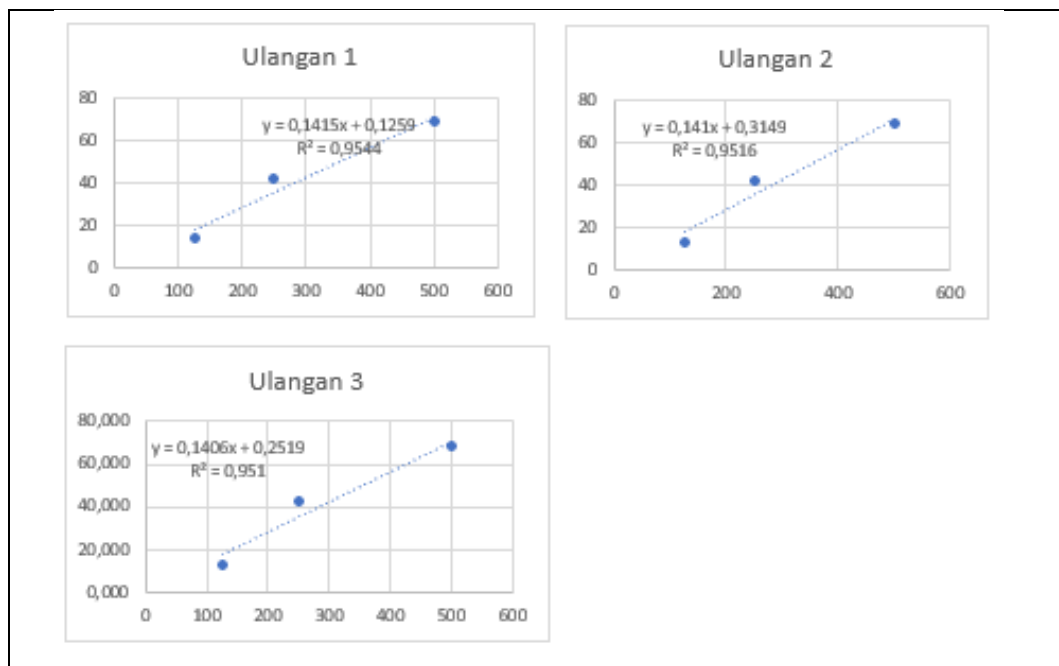
$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 0,3149}{0,1349} = IC_{50} = 368,311 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Madu *Trigona*

$$\text{Rata-Rata} = \frac{369,600 - 370,343 - 368,311}{3} = IC_{50} = 369,42 \text{ ppm}$$



Perhitungan p3k2

Dik :

$$a = 0,1415$$

$$b = 0,1259$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 0,1259}{0,1415} = IC_{50} = 352,467 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,141$$

$$b = 0,3149$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 0,3149}{0,141} = IC_{50} = 352,377 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1406$$

$$b = 0,2519$$

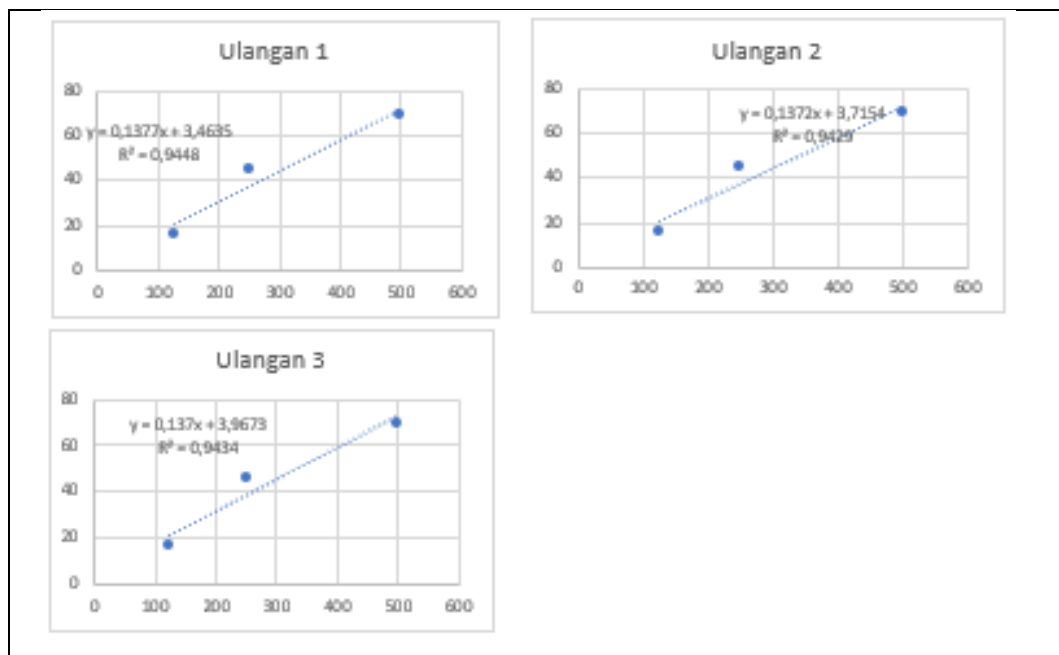
$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 0,2519}{0,1406} = IC_{50} = 353,827 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Madu *Trigona*

$$\text{Rata-Rata} = \frac{352,467 - 352,377 - 353,827}{3} = IC_{50} = 352,89 \text{ ppm}$$



Perhitungan p3k3

Dik :

$$a = 0,1377$$

$$b = 3,4635$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 3,4635}{0,1377} = IC_{50} = 337,956 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,1372$$

$$b = 3,7154$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 3,7154}{0,1372} = IC_{50} = 337,351 \text{ ppm}$$

Dik :

$$a = 0,137$$

$$b = 3,9673$$

$$y = 50$$

Jawab:

$$x = \frac{50 - 3,9673}{0,137} = IC_{50} = 338,153 \text{ ppm}$$

Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Ekstrak Propolis Madu *Trigona*

$$\text{Rata-Rata} = \frac{337,956 - 337,351 - 338,153}{3} = IC_{50} = 337,82 \text{ ppm}$$

Lampiran 21. Anava dan Uji Lanjut Analisis Aktivitas Antioksidan

PELARUT (P)	ULANGAN	KONSENTRASI PROPOLIS (K)			TOTAL
		5% (k1)	10% (k2)	15% (k3)	
Etanol 96% (p1)	1	226,248	197,719	162,984	586,95
	2	228,646	196,293	163,522	588,46
	3	224,404	194,413	163,832	582,65
Sub Total		679,30	588,43	490,34	1758,06
Rata-Rata		226,43	196,14	163,45	586,02
Propilen Glikol (p2)	1	267,744	215,265	191,599	674,61
	2	269,681	217,122	189,649	676,45
	3	270,808	215,281	192,957	679,05
Sub Total		808,23	647,67	574,21	2030,11
Rata - Rata		269,41	215,89	191,40	676,70
Madu <i>Trigona</i> (p3)	1	369,600	352,467	337,956	1060,02
	2	370,343	352,377	337,351	1060,07
	3	368,311	353,827	338,153	1060,29
Sub Total		1108,25	1058,67	1013,46	3180,39
Rata - Rata		369,42	352,89	337,82	1060,13
Total		2595,79	2294,76	2078,00	6968,55
Rata - Rata		288,42	254,97	230,89	774,28

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Total (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
KELOMPOK	2	0,7676	0,3838		
PERLAKUAN	8	143674,6923	17959,3365		
FAKTOR A	2	126672,4378	63336,2189	33177,243	3,63
FAKTOR B	2	15025,8212	7512,9106	3935,470	3,63
INTERAKSI (AB)	4	1976,4333	494,1083	258,83	3,01
GALAT	16	30,5444	1,9090		
TOTAL	26	143706,0043			

Perhitungan ANAVA Analisis Aktivitas Antioksidan :

$$FK = \frac{(\text{Total})^2}{\sum \text{Ulangan} \times \sum \text{Sampel}}$$

$$= 1798545,073$$

$$JKK = \frac{(\sum K1)^2 + (\sum K2)^2 + (\sum K3)^2}{\sum \text{Sampel}} - FK$$

$$= 0,7676$$

$$JKP = \frac{(\sum a1)^2 + (\sum a2)^2 + (\sum a3)^2 + (\sum a4)^2 + (\sum a5)^2}{\sum \text{Ulangan}} - FK$$

$$= 143674,6923$$

$$JKT = ((n_1)^2 + (n_2)^2 + \dots + (n_n)^2) - FK$$

$$= 143706,0043$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= 30,5444$$

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: AKTIVITAS_ANTIOKSIDAN					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	143675.460 ^a	10	14367.546	7526.113	.000
Intercept	1798545.073	1	1798545.073	942127.094	.000
JENIS_PELARUT	126672.438	2	63336.219	33177.243	.000
KONSENTRASI_PROPO LIS	15025.821	2	7512.911	3935.468	.000
KELOMPOK	.768	2	.384	.201	.820
JENIS_PELARUT * KONSENTRASI_PROPO LIS	1976.433	4	494.108	258.827	.000
Error	30.544	16	1.909		
Total	1942251.078	27			
Corrected Total	143706.004	26			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor P (Jenis Pelarut), faktor K (Konsentrasi Propolis),serta interaksi faktor P dan K $>$ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor P, faktor K, dan interaksi (PK) berpengaruh nyata terhadap respon aktivitas antioksidan dan perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,798$$

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	TARAF NYATA 5%
-	-	p1k3	163,45	-									a
3	2,3931	p2k3	191,40	27,95*	-								b
3,15	2,5128	p1k2	196,14	32,69*	4,74*	-							c
3,23	2,5766	p2k2	215,89	52,44*	24,49*	19,75*	-						d
3,3	2,6324	p1k1	226,43	62,98*	35,03*	30,29*	10,54*	-					e
3,34	2,6644	p2k1	269,41	105,96*	78,01*	73,27*	53,52*	42,98*	-				f
3,37	2,6883	p3k3	337,89	174,44*	146,49*	141,75*	122*	111,46*	68,48*	-			g
3,39	2,7042	p3k2	352,89	189,44*	161,49*	156,75*	137*	126,46*	83,48*	15*	-		h
3,41	2,7202	p3k1	369,42	205,97*	178,02*	173,28*	153,53*	142,99*	100,01*	31,53*	16,53*	-	i

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p1k3	163,45	-				a
3	2,3931	p1k2	196,14	32,6900	*	-		b
3,15	2,5128	p1k1	226,43	62,9800	*	30,2900	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p2k3	191,40	-				a
3	2,3931	p2k2	215,89	24,4900	*	-		b
3,15	2,5128	p2k1	269,41	78,0100	*	53,5200	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p3k3	337,82	-				a
3	2,3931	p3k2	352,89	15,0700	*	-		b
3,15	2,5128	p3k1	369,42	31,6000	*	16,5300	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k1p1	226,43	-				a
3	2,3931	k1p2	269,41	42,9800	*	-		b
3,15	2,5128	k1p3	369,42	142,9900	*	100,0100	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k2p1	196,14	-				a
3	2,3931	k2p2	215,89	19,7500	*	-		b
3,15	2,5128	k2p3	352,89	156,7500	*	137,0000	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k3p1	163,45	-				a
3	2,3931	k3p2	191,40	27,9500	*	-		b
3,15	2,5128	k3p3	337,82	174,3700	*	146,4200	*	c

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	A	A	A
	226,43±2,13 c	196,14±1,66 B	163,45±0,43 a
p ₂ (Propilen Glikol)	B	B	B
	269,41±1,55 C	215,89±1,07 B	191,40±1,66 a
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	C	C	C
	369,42±1,03 c	352,89±0,81 b	337,82±0,42 a

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap aktivitas antioksidan menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Lampiran 22. Data Anava dan Uji Lanjut Analisis Kadar Gula Pereduksi

PELARUT (P)	ULANGAN	KONSENTRASI PROPOLIS (K)			TOTAL
		5% (k1)	10% (k2)	15% (k3)	
Etanol 96% (p1)	1	0,14	0,21	0,29	0,64
	2	0,13	0,2	0,29	0,62
	3	0,12	0,22	0,28	0,62
Sub Total		0,39	0,63	0,86	1,88
Rata-Rata		0,13	0,21	0,29	0,63
Propilen Glikol (p2)	1	0,14	0,26	0,36	0,76
	2	0,15	0,27	0,34	0,76
	3	0,13	0,28	0,35	0,76
Sub Total		0,42	0,81	1,05	2,28
Rata - Rata		0,14	0,27	0,35	0,76
Madu <i>Trigona</i> (p3)	1	45,09	45,2	45,35	135,64
	2	45,12	45,21	45,33	135,66
	3	45,1	45,21	45,36	135,67
Sub Total		135,31	135,62	136,04	406,97
Rata - Rata		45,10	45,21	45,35	135,66
Total		136,12	137,06	137,95	411,13
Rata - Rata		15,12	15,23	15,33	45,68

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Total (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
KELOMPOK	2	0,00001	0,000004		
PERLAKUAN	8	12143,6035	1517,9504		
FAKTOR A	2	12143,4098	6071,7049	4717583 6,54	3,63
FAKTOR B	2	0,1861	0,0930	722,96	3,63
INTERAKSI (AB)	4	0,0076	0,0019	14,79	3,01
GALAT	16	0,0021	0,0001		
TOTAL	26	12143,6056			

Perhitungan ANAVA Analisis Aktivitas Antioksidan :

$$\begin{aligned} FK &= \frac{(\text{Total})^2}{\sum \text{Ulangan} \times \sum \text{Sampel}} \\ &= 6260,29174 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKK &= \frac{(\sum K1)^2 + (\sum K2)^2 + (\sum K3)^2}{\sum \text{Sampel}} - FK \\ &= 0,00001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(\sum a1)^2 + (\sum a2)^2 + (\sum a3)^2 + (\sum a4)^2 + (\sum a5)^2}{\sum \text{Ulangan}} - FK \\ &= 12143,6035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKT &= ((n_1)^2 + (n_2)^2 + \dots + (n_n)^2) - FK \\ &= 12143,6056 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP - JKK \\ &= 0,0021 \end{aligned}$$

Dependent Variable: GULA_PEREDUKSI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12143.604 ^a	10	1214.360	9435317.830	.000
Intercept	6260.292	1	6260.292	48641115.65	.000
JENIS_PELARUT	12143.410	2	6071.705	47175836.58	.000
KONSENTRASI_PROPOLIS	.186	2	.093	722.964	.000
KELOMPOK	7.407E-6	2	3.704E-6	.029	.972
JENIS_PELARUT * KONSENTRASI_PROPOLIS	.008	4	.002	14.791	.000
Error	.002	16	.000		
Total	18403.897	27			
Corrected Total	12143.606	26			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor P (Jenis Pelarut), faktor K (Konsentrasi Propolis), serta interaksi faktor P dan K > F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor P, faktor K, dan interaksi

(PK) berpengaruh nyata terhadap respon kadar gula pereduksi dan perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,007$$

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	TARAF NYATA 5%
-	-	p1k1	0,13	-									a
3	0,0196	p2k1	0,14	0,010 ^{tn}	-								a
3,15	0,0206	p1k2	0,21	0,08*	0,07*	-							b
3,23	0,0212	p2k2	0,27	0,14*	0,13*	0,06*	-						c
3,3	0,0216	p1k3	0,29	0,16*	0,15*	0,08*	0,020 ^{tn}	-					c
3,34	0,0219	p2k3	0,35	0,22*	0,21*	0,14*	0,08*	0,06*	-				d
3,37	0,0221	p3k1	45,10	44,97*	44,96*	44,89*	44,83*	44,81*	44,75*	-			e
3,39	0,0222	p3k2	45,21	45,08*	45,07*	45*	44,94*	44,92*	44,86*	0,11*	-		f
3,41	0,0223	p3k3	45,35	45,22*	45,21*	45,14*	45,08*	45,06*	45*	0,25*	0,14*	-	g

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p1k1	0,13	-				a
3	0,0196	p1k2	0,21	0,0800	*	-		b
3,15	0,0206	p1k3	0,29	0,1600	*	0,0800	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p2k1	0,14	-				a
3	0,0196	p2k2	0,27	0,1300	*	-		b
3,15	0,0206	p2k3	0,35	0,2100	*	0,0800	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	p3k1	45,10	-				a
3	0,0196	p3k2	45,21	0,1100	*	-		b
3,15	0,0206	p3k3	45,35	0,2500	*	0,1400	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k1p1	0,13	-				a
3	0,0196	k1p2	0,14	0,0100	tn			a
3,15	0,0206	k1p3	45,10	44,9700	*	44,9600	*	b

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k2p1	0,21	-				a
3	0,0196	k2p2	0,27	0,0600	*	-		b
3,15	0,0206	k2p3	45,21	45,0000	*	44,9400	*	c

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	RATA RATA					TARAF NYATA 5%
				1		2		
-	-	k3p1	0,29	-				a
3	0,0196	k3p2	0,35	0,0600	*	-		b
3,15	0,0206	k3p3	45,35	45,0600	*	45,0000	*	c

Pelarut (P)	Konsentrasi Propolis (K)		
	k ₁ (5%)	k ₂ (10%)	k ₃ (15%)
p ₁ (Etanol 96%)	A 0,13±0,01 a	A 0,21±0,01 b	A 0,29±0,01 c
p ₂ (Propilen Glikol)	A 0,14±0,01 a	B 0,27±0,01 b	B 0,35±0,01 c
p ₃ (Madu <i>Trigona</i>)	B 45,10±0,02 a	C 45,21±0,01 b	C 45,35±0,02 c

Keterangan :

Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Nilai rata-rata yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata terhadap kadar gula pereduksi menurut uji lanjut duncan pada taraf 5%.

Lampiran 23. Dokumentasi Penelitian



