Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (1) 2025,, Page: 11446-11453

PEMANFAATAN GLISEROL DARI MINYAK JELANTAH SEBAGAI SEDIAAN SPRAY ANTIBAU KAKI YANG MENGANDUNG EKSTRAK ETANOL BIJI KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)

Syarifah Nadia[1], Nurul Karimah[2], Ernawaty [3], Supran Hidayat Sihotang[4], Dea Anggreini[5], Siti Rahmi Ningrum[6], Kanne Dachi[7]
[1,2,3,4,5,6,7] **Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia**
Corresponding Author: Syarifah Nadia,, e-mail: (dhya12@gmail.com, nurul.ds.utnd@gmail.com, ernawatiginting61@gmail.com, supran.utnd@gmail.com, deaanggreini1205@gmail.com, sitirahmi732@gmail.com, kannedachi506@gmal.com)

Published: February , 2026

ABSTRACT
Used cooking oil is a household waste that has the potential to cause environmental pollution if not properly managed. One of its applications is as a raw material for biodiesel production, which generates glycerol as a by-product. This glycerol can be further utilized as a base material for pharmaceutical formulations. Meanwhile, robusta coffee beans (*Coffea canephora*) are known to contain secondary metabolites with antibacterial properties. This study aimed to utilize glycerol derived from the transesterification of used cooking oil as a base for a foot deodorant spray containing ethanolic extract of robusta coffee beans and to evaluate its physical characteristics and antibacterial activity. This experimental study included the preparation of ethanolic extract of robusta coffee beans using the maceration method, glycerol production from used cooking oil through transesterification, functional group analysis of glycerol using FTIR spectroscopy, and determination of glycerol density. Foot deodorant spray formulations were prepared with varying concentrations of robusta coffee bean ethanolic extract (1%, 2.5%, and 5%). The spray formulations were evaluated for organoleptic properties, pH, viscosity, stability, hedonic test, skin irritation, and antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* using the disc diffusion method. The results showed that glycerol obtained from used cooking oil exhibited characteristic glycerol functional groups and a density of 1.21 g/mL, with a glycerol content of 99.18%. The ethanolic extract of robusta coffee beans contained alkaloids, flavonoids, tannins, steroids/triterpenoids, glycosides, and anthraquinone glycosides. All spray formulations demonstrated acceptable pH values within the physiological skin range, low viscosity, good stability, and no skin irritation. The formulation containing 5% extract showed the highest antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, with an inhibition zone diameter of 13.7 mm (strong category), and was the most preferred formulation by panelists. In conclusion, glycerol derived from used cooking oil combined with ethanolic extract of robusta coffee beans has strong potential to be developed as a safe, stable, and effective natural-based foot deodorant spray with antibacterial activity.

Keywords: used cooking oil, glycerol, *Coffea canephora*, foot deodorant spray, antibacterial.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Minyak goreng umumnya diproduksi dari tumbuhan kelapa dan kelapa sawit (*Elaeis quineensis*) famili *palmae*, dan ada juga dalam jumlah relatif kecil dari biji-bijian, kacang-kacangan, jagung, kedelai, kanola, dan dari lemak hewan. Setelah digunakan berulang-ulang untuk penggorengan, diperoleh minyak goreng bekas sebagai limbah yang dikenal dengan minyak jelantah (Naomi, dkk., 2013). Minyak goreng yang telah digunakan berulang kali lebih dari 3 kali pengulangan dapat berdampak buruk bagi kesehatan, karena mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik yang terbentuk selama proses penggorengan sehingga dapat menimbulkan berbagai penyakit misalnya kanker. Untuk itu perlu penanganan agar minyak jelantah tidak dipergunakan untuk makanan, tetapi dimanfaatkan untuk keperluan lain, tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan (Pratiwi & Mauliana, 2017). Oleh karena itu,

telah banyak eksplorasi yang dilakukan untuk pemanfaatan minyak jelantah, misalnya sebagai bahan baku untuk pembuatan biodiesel (Aziz, 2008).

Biodiesel adalah salah satu energi alternatif pengganti *petroleum diesel* atau solar yang berasal dari bahan minyak bumi atau fosil (Adhani, dkk., 2016). Pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dihasilkan produk samping berupa gliserol disebut dengan *crude glycerol,* dan masih belum dimanfaatkan oleh industri penghasil biodiesel (Appleby, 2005). *Crude glycerol* dapat diperoleh dari minyak jelantah dengan beberapa metode diantaranya reaksi hidrolisis, saponifikasi, dan transesterifikasi. Pembuatan gliserol dengan cara hidrolisis dapat dilakukan dengan bantuan katalis atau tanpa katalis. Reaksi hidrolisis ini bersifat reversibel dan cenderung lambat sehingga konversinya cenderung rendah (Aziz, dkk., 2013). Pembuatan gliserol melalui reaksi saponifikasi membutuhkan KOH dan biaya yang cukup besar (Agustina, dkk., 2002). Pembuatan gliserol dengan cara transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak jelantah dan metanol menggunakan katalis KOH (Aziz, 2007).

Gliserol dibutuhkan pada berbagai industri, obat-obatan, bahan makanan, kosmetik, pasta gigi, industri kimia, larutan anti beku, tinta *printer*, serta bahan dasar pembuatan sediaan spray (Novitasari, dkk., 2012). Spray adalah larutan air atau minyak dalam bentuk tetesan kasar atau sebagai zat padat yang terbagi-bagi halus. Penggunaan secara topikal, mempunyai keunggulan praktis dan mudah diaplikasikan pada tubuh (Aini, dkk., 2016). Bentuk spray dipilih atas dasar sifat spray yang dapat memberikan suatu kandungan konsentrat, namun di saat yang bersamaan memiliki profil yang cepat kering sehingga memberikan pengalaman yang menyenangkan dan mudah dipakai untuk pengguna misalnya digunakan untuk perawatan kaki (Iswandana dan KM, 2017). Kaki merupakan bagian tubuh yang sering tertutup dan aktifitas berlangsung lama menyebabkan berkeringat dan lembab, sehingga mudah ditumbuhi oleh jamur dan bakteri misalnya *Staphylococcus aureus*, menimbulkan bau tidak sedap, maka perlu dilakukan perawatan dengan pemberian antibakteri. Salah satu tanaman yang dapat digunakan untuk menghilangkan bau kaki dan memiliki kemampuan antibakteri adalah kopi (Hamdiyati, dkk., 2017).

Kopi merupakan tanaman yang biji buahnya banyak digunakan sebagai bahan minuman. Berbagai kandungan senyawa kimia di dalam biji kopi bermanfaat untuk kesehatan dan beraktivitas sebagai antibakteri. Diantaranya golongan polifenol, flavonoid, tannin, saponin, trigoneline, asam klorogenik, asam kafeat, alkaloid dan kafein yang salah satu spesies kopi banyak terdapat di Sumatera adalah Robusta, mempunyai kandungan kofein sebanyak 1,6%-2,4% dan asam klorogenat mencapai 90% dari total fenol (Chairgulprasert, dkk., 2016). Berdasarkan uraian di atas, peneliti melakukan pembuatan gliserol dari minyak jelantah dengan metode tranesterifikasi, menggunakan katalis KOH, skrining fitokimia terhadap biji kopi robusta, dibuatkan ekstrak biji kopi robusta dan diformulasikan ke dalam sediaan spray dengan bahan dasar mengandung gloserol yang dihasilkan dari minyak jelantah, dan diuji aktivitas sediaan sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Maka diperoleh sediaan spray antibakteri yang dapat digunakan untuk perawatan kaki.

METODE

Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian meliputi identifikasi tumbuhan, penetapan kadar air serbuk simplisia, pembuatan ekstrak biji kopi robusta (Coffea canephora), skrining fitokimia terhadap serbuk dan ekstrak kental biji kopi robusta, pembuatan gliserol dari minyak jelantah, analisa gugus fungsi menggunakan spektrofotometer FTIR, penentuan densitas gliserol menggunakan piknometer, pembuatan sediaan spray antibau kaki, pengujian sediaan spray antibau kaki meliputi uji organoleptis, uji pH, uji viskositas, uji stabilitas, uji kesukaan sediaan (hedonic test), uji iritasi pada sukarelawan, dan uji antibakteri pada sediaan spray antibau kaki.

Lokasi dan Jadwal Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Farmasi Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah Medan.

Jadwal Penelitian

Penelitian dilakukan pada Desember – April 2019.

Sampel Penelitian

Sampel pada penelitian ini adalah minyak jelantah dan simplisia tanaman kopi robusta (Coffea canephora). Sampel yang digunakan berupa minyak jelantah yang diambil dari Jl. SM. Raja Garu IIA dan biji kopi robusta kering yang dihaluskan menjadi serbuk dari Gayo Aceh Tengah. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling.

Identifikasi Sampel

Tumbuhan yang digunakan pada penelitian ini diidentifikasi di Laboratorium Herbarium Medanense (MEDA), Universitas Sumatera Utara Medan.

Alat dan Bahan

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas laboratorium (beaker glass, gelas ukur, Erlenmeyer, batang pengaduk, arloji, termometer, corong, corong pisah, labu alas, kondensor), inkubator, autoklaf, neraca analitik, pH meter, hot plate, magnetic stirrer, rotary evaporator, viskometer, dan alat mikrobiologi pendukung lainnya.

Bahan

Bahan yang digunakan meliputi minyak jelantah, KOH, metanol, asam fosfat, karbon aktif, aquadest, serbuk biji kopi robusta, etanol, asam askorbat, gliserol, isopropil alkohol, mentol, propilen glikol, karbopol 940, NaOH, pewangi vanilla, Tween 80, serta bahan mikrobiologi dan pereaksi fitokimia.

Penetapan Kadar Air Serbuk Simplisia Biji Kopi Robusta

Penetapan kadar air dilakukan dengan metode azeotropi menggunakan toluen jenuh sesuai Farmakope Indonesia.

Pembuatan Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol sebagai pelarut, kemudian filtrat diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental.

Pembuatan Larutan Pereaksi

Meliputi pembuatan pereaksi Bouchardat, Mayer, Dragendorff, Molisch, HCl 2 N, H_2SO_4 2 N, NaOH 2 N, $FeCl_3$ 1%, dan timbal (II) asetat.

Skrining Fitokimia Serbuk dan Ekstrak Kental Biji Kopi Robusta

Skrining dilakukan untuk mengidentifikasi golongan alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid/triterpenoid, glikosida, dan glikosida antrakuinon.

Pembuatan Gliserol dari Minyak Jelantah

Pembuatan Crude Gliserol

Gliserol kasar diperoleh melalui reaksi transesterifikasi minyak jelantah menggunakan metanol dan KOH.

Pemurnian Crude Gliserol

Pemurnian dilakukan dengan penambahan asam fosfat hingga pH 6, adsorpsi karbon aktif, dan penguapan.

Evaluasi Gliserol

Evaluasi dilakukan melalui analisis gugus fungsi menggunakan FTIR dan penentuan densitas dengan piknometer.

Pembuatan Spray Mengandung Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta

Formula Spray Acuan

Formula dasar spray mengacu pada literatur dan dimodifikasi dengan penggunaan gliserol hasil minyak jelantah.

Formula Modifikasi Spray Antibau Kaki

Spray diformulasikan dengan konsentrasi ekstrak 1%, 2,5%, dan 5%.

Cara Pembuatan Spray

Spray dibuat dengan pencampuran fase gel dan fase alkohol hingga homogen, kemudian ditambahkan Tween 80 sebagai solubilizing agent.

Evaluasi Sediaan Spray Antibau Kaki
Evaluasi meliputi uji organoleptis, pH, viskositas, stabilitas, uji hedonik, dan uji iritasi.
Uji Aktivitas Antibakteri
Uji antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram (Kirby–Bauer) terhadap Staphylococcus aureus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Tumbuhan
Hasil identifikasi tumbuhan yang dilakukan di Herbarium Medanense (MEDA), Universitas Sumatera Utara, menunjukkan bahwa sampel tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah kopi robusta (Coffea canephora) dari famili **Rubiaceae**. Hasil ini memastikan keabsahan bahan baku yang digunakan dalam penelitian sehingga dapat menjamin validitas data yang diperoleh.

Kadar Air Serbuk Simplisia Biji Kopi Robusta
Pemeriksaan kadar air dilakukan sebagai salah satu parameter mutu simplisia karena kadar air berpengaruh terhadap stabilitas bahan selama penyimpanan serta potensi pertumbuhan mikroorganisme. Hasil penetapan kadar air serbuk simplisia biji kopi robusta diperoleh sebesar **5,2%**, yang telah memenuhi persyaratan mutu simplisia menurut Materia Medika Indonesia edisi VI, yaitu tidak lebih dari 10%. Nilai kadar air yang rendah menunjukkan bahwa simplisia relatif stabil dan aman digunakan sebagai bahan baku penelitian.
Ekstraksi Etanol Biji Kopi Robusta
Proses ekstraksi biji kopi robusta dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 70%. Dari 500 g serbuk simplisia diperoleh ekstrak kental sebanyak **119,58 g**. Ekstrak yang dihasilkan berwarna hitam pekat dengan aroma khas kopi robusta, yang menunjukkan keberhasilan proses ekstraksi senyawa-senyawa aktif yang bersifat polar hingga semipolar.
Skrining Fitokimia
Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa serbuk simplisia dan ekstrak etanol biji kopi robusta mengandung berbagai golongan metabolit sekunder, yaitu **alkaloid, flavonoid, tanin, steroid/triterpenoid, glikosida, dan glikosida antrakuinon**. Senyawa saponin hanya terdeteksi pada ekstrak etanol, namun tidak ditemukan pada serbuk simplisia. Hal ini diduga akibat terjadinya degradasi atau kehilangan senyawa saponin selama proses pengeringan dan penghalusan simplisia.
Keberadaan flavonoid dan tanin sangat relevan dengan aktivitas antibakteri karena kedua senyawa tersebut diketahui mampu merusak membran sel bakteri serta menghambat kerja enzim mikroba. Dengan demikian, ekstrak etanol biji kopi robusta berpotensi kuat sebagai agen antibakteri alami.
Pembuatan Gliserol dan Analisis FTIR
Proses transesterifikasi minyak jelantah menghasilkan crude gliserol sebesar **175,35 g**, yang setelah proses pemurnian diperoleh gliserol murni sebanyak **32,5 g (30 mL)**. Analisis gugus fungsi menggunakan FTIR menunjukkan adanya pita serapan khas gugus hidroksil (–OH) pada kisaran **3280–3285 cm^{-1}** serta gugus C–H alifatik pada kisaran **2880–2935 cm^{-1}**, baik pada gliserol hasil penelitian maupun gliserol baku.
Kesamaan pola spektrum FTIR antara gliserol hasil transesterifikasi dan gliserol baku mengindikasikan bahwa senyawa yang dihasilkan dari minyak jelantah adalah gliserol.
Densitas dan Kadar Gliserol
Hasil pengukuran densitas menunjukkan bahwa gliserol hasil minyak jelantah memiliki densitas **1,21 g/mL**, sedangkan gliserol baku memiliki densitas **1,22 g/mL**, mendekati nilai densitas teoritis gliserol (**1,26 g/mL**). Berdasarkan perhitungan densitas relatif, kadar gliserol yang diperoleh adalah sebesar **99,18%**, yang menunjukkan bahwa gliserol hasil pemurnian memiliki kemurnian tinggi dan layak digunakan sebagai bahan dasar sediaan spray.
Evaluasi Sediaan Spray Antibau Kaki
Uji Organoleptis
Seluruh sediaan spray berbentuk cair dan homogen. Perbedaan warna dan aroma dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak etanol biji kopi robusta. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, warna sediaan semakin gelap dan aroma kopi semakin dominan.

Uji pH

Nilai pH sediaan berada pada rentang **4,90–4,98**, yang sesuai dengan pH fisiologis kulit (4,5–6,5). Penurunan pH seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak diduga disebabkan oleh kandungan senyawa asam dalam ekstrak kopi. Seluruh formula dinilai aman untuk penggunaan topikal.

Uji Viskositas

Nilai viskositas meningkat seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak etanol biji kopi robusta. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak meningkatkan kekentalan sediaan, namun seluruh formula tetap memiliki viskositas rendah sehingga mudah diaplikasikan melalui sistem semprot.

Uji Stabilitas

Selama penyimpanan pada suhu kamar selama empat minggu, seluruh formula menunjukkan stabilitas fisik yang baik tanpa perubahan bentuk, warna, maupun bau. Hal ini menandakan bahwa sediaan spray stabil secara fisik.

Uji Kesukaan (Hedonic Test)

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa **formula dengan konsentrasi ekstrak 5%** memiliki nilai kesukaan tertinggi dibandingkan formula lain. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi masih dapat diterima secara organoleptis oleh panelis.

Uji Iritasi

Pengujian iritasi pada sukarelawan menunjukkan bahwa sediaan spray dengan konsentrasi ekstrak hingga 5% tidak menimbulkan reaksi iritasi berupa kemerahan, gatal, atau kulit kasar. Hal ini menunjukkan bahwa sediaan aman digunakan pada kulit.

Aktivitas Antibakteri

Uji antibakteri terhadap Staphylococcus aureus menunjukkan bahwa spray antibau kaki dengan ekstrak etanol biji kopi robusta memiliki aktivitas antibakteri yang bergantung pada konsentrasi. Formula dengan konsentrasi **5%** menghasilkan diameter zona hambat terbesar yaitu **13,7 mm**, yang termasuk kategori **kuat**. Blanko tidak menunjukkan zona hambat, sehingga dapat disimpulkan bahwa aktivitas antibakteri berasal dari ekstrak etanol biji kopi robusta.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol biji kopi robusta (Coffea canephora) dan gliserol hasil transesterifikasi minyak jelantah berpotensi dikembangkan sebagai sediaan spray antibau kaki berbasis bahan alam dan limbah terbarukan. Pembahasan difokuskan pada keterkaitan antara karakteristik bahan, mutu sediaan, serta aktivitas antibakteri terhadap Staphylococcus aureus.

Karakteristik Simplisia dan Ekstrak Etanol Biji Kopi Robusta

Kadar air serbuk simplisia biji kopi robusta sebesar 5,2% menunjukkan mutu simplisia yang baik dan stabil secara mikrobiologis. Kadar air rendah diketahui mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme serta mempertahankan stabilitas senyawa aktif selama penyimpanan. Temuan ini sejalan dengan laporan Ignatova-Ivanova et al. (2021) yang menyatakan bahwa simplisia dengan kadar air di bawah 10% lebih stabil terhadap degradasi kimia dan biologis.

Hasil skrining fitokimia menunjukkan keberadaan alkaloid, flavonoid, tanin, steroid/triterpenoid, glikosida, dan glikosida antrakuinon dalam ekstrak etanol biji kopi robusta. Keberadaan flavonoid dan tanin sangat relevan terhadap aktivitas antibakteri karena senyawa tersebut mampu merusak membran sel bakteri, menginaktivasi enzim, serta mengganggu permeabilitas dinding sel bakteri Gram-positif seperti Staphylococcus aureus. Temuan ini konsisten dengan penelitian Bastos et al. (2024) dan Firdaus & Calluna (2025) yang melaporkan bahwa senyawa fenolik tanaman menunjukkan aktivitas antibakteri kuat terhadap bakteri Gram-positif.

Gliserol dari Minyak Jelantah sebagai Bahan Fungsional

Analisis FTIR terhadap gliserol hasil transesterifikasi minyak jelantah menunjukkan kemunculan gugus hidroksil (–OH) dan gugus C–H alifatik yang identik dengan gliserol baku. Kesamaan pola spektrum FTIR ini menegaskan keberhasilan proses transesterifikasi. Hasil ini sejalan dengan

laporan Syahputra et al. (2023) dan Glevitzky et al. (2025) yang menyatakan bahwa gliserol hasil pengolahan minyak jelantah memiliki karakteristik struktural yang setara dengan gliserol komersial.
Nilai densitas gliserol hasil penelitian sebesar 1,21 g/mL mendekati densitas gliserol baku (1,22 g/mL) dan densitas teoritis gliserol. Persen kadar gliserol sebesar 99,18% menunjukkan tingkat kemurnian yang tinggi. Hal ini memperkuat potensi pemanfaatan gliserol dari limbah minyak jelantah sebagai bahan dasar sediaan farmasi dan kosmetik berkelanjutan, sebagaimana dilaporkan oleh Wu & Chen (2025) dan Alshehri et al. (2024).

Stabilitas dan Karakteristik Fisik Sediaan Spray

Hasil evaluasi fisik menunjukkan bahwa seluruh formula spray memiliki pH dalam rentang pH fisiologis kulit (4,5–6,5), sehingga aman untuk penggunaan topikal. Penurunan pH seiring peningkatan konsentrasi ekstrak menunjukkan kontribusi senyawa fenolik yang bersifat asam lemah. Fenomena serupa juga dilaporkan oleh Molinar (2025) pada formulasi spray antibakteri berbasis ekstrak tanaman.
Peningkatan viskositas seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak menunjukkan bahwa kandungan padatan terlarut berpengaruh terhadap kekentalan sediaan. Meskipun demikian, seluruh sediaan tetap memiliki viskositas rendah sehingga mudah diaplikasikan melalui sistem semprot. Stabilitas fisik yang baik selama empat minggu penyimpanan mengindikasikan kompatibilitas yang baik antara gliserol, pelarut, dan ekstrak tanaman, sebagaimana dilaporkan dalam studi pengembangan spray disinfektan berbasis gliserol oleh Molinar (2025).

Aktivitas Antibakteri Spray Antibau Kaki

Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri meningkat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak etanol biji kopi robusta. Formula dengan konsentrasi 5% menghasilkan diameter zona hambat terbesar (13,7 mm) dengan kategori kuat terhadap Staphylococcus aureus. Tidak ditemukannya zona hambat pada blanko menegaskan bahwa aktivitas antibakteri berasal dari ekstrak kopi, bukan dari bahan dasar sediaan.
Hasil ini sejalan dengan penelitian Syahputra et al. (2023) dan Abdelaziz et al. (2023) yang melaporkan bahwa senyawa fenolik dan alkaloid tanaman menunjukkan aktivitas antibakteri kuat terhadap bakteri Gram-positif. Mekanisme antibakteri diduga melibatkan kerusakan membran sel dan gangguan metabolisme bakteri oleh flavonoid dan tanin yang terkandung dalam ekstrak biji kopi robusta.
Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan gliserol dari minyak jelantah sebagai bahan dasar sediaan spray yang dikombinasikan dengan ekstrak etanol biji kopi robusta memberikan sediaan antibau kaki yang stabil, aman, dan memiliki aktivitas antibakteri yang kuat. Pendekatan ini mendukung konsep keberlanjutan dan circular economy melalui pemanfaatan limbah minyak jelantah dan bahan alam lokal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstrak etanol biji kopi robusta (*Coffea canephora*) mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, tanin, steroid/triterpenoid, glikosida, dan glikosida antrakuinon, yang berperan penting dalam aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*.
2. Gliserol hasil transesterifikasi minyak jelantah berhasil diperoleh dengan kemurnian tinggi, ditunjukkan oleh kesesuaian gugus fungsi hasil analisis FTIR dan nilai densitas (1,21 g/mL) yang mendekati gliserol baku, dengan kadar gliserol sebesar 99,18%.
3. Sediaan spray antibau kaki yang diformulasikan menggunakan gliserol dari minyak jelantah dan ekstrak etanol biji kopi robusta menunjukkan karakteristik fisik yang baik, meliputi pH yang sesuai dengan pH fisiologis kulit, viskositas rendah yang mendukung kemudahan aplikasi, serta stabilitas fisik selama penyimpanan empat minggu.
4. Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa formula dengan konsentrasi ekstrak 5% merupakan formula yang paling disukai oleh panelis.

5. Sediaan spray antibau kaki dengan konsentrasi ekstrak etanol biji kopi robusta hingga 5% tidak menimbulkan iritasi kulit, sehingga dinyatakan aman untuk penggunaan topikal.
6. Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa formula spray dengan konsentrasi ekstrak 5% memiliki aktivitas antibakteri paling tinggi terhadap *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat 13,7 mm, yang termasuk kategori kuat, sedangkan blanko tidak menunjukkan aktivitas antibakteri.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pemanfaatan gliserol dari minyak jelantah yang dikombinasikan dengan ekstrak etanol biji kopi robusta berpotensi dikembangkan sebagai sediaan spray antibau kaki berbasis bahan alam dan limbah terbarukan yang aman, stabil, dan efektif sebagai antibakteri.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, disarankan bahwa:

1. Perlu dilakukan uji stabilitas jangka panjang dan uji stabilitas dipercepat untuk memastikan mutu sediaan selama penyimpanan yang lebih lama.
2. Penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri lain yang berperan dalam bau kaki, seperti *Corynebacterium* spp. dan *Bacillus* spp.
3. Diperlukan pengujian keamanan lanjutan, seperti uji toksisitas dan uji iritasi dengan jumlah subjek yang lebih besar, untuk mendukung pengembangan produk ke tahap komersialisasi.
4. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan optimasi formula untuk meningkatkan kenyamanan penggunaan, misalnya melalui modifikasi aroma atau sistem penghantaran zat aktif.
5. Penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan produk farmasi atau kosmetik berbasis konsep circular economy, sehingga pemanfaatan limbah minyak jelantah dapat memberikan nilai tambah yang berkelanjutan.

REFERENSI

1. **Ignatova-Ivanova, T., & Ibryamova, S.** (2021). Ultrasound-assisted synthesis of antimicrobial esters and their potential biomedical applications. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(6), 14719–14729. https://doi.org/10.33263/BRIAC116.1471914729
2. **Abdelaziz, S., Ahmed, E., & Sadek, M.** (2023). Transesterification of waste cooking oil and characterization of glycerol by-product for antimicrobial applications. *Egyptian Journal of Chemistry*, 66(5), 261–270. https://doi.org/10.21608/ejchem.2023.184921
3. **Syahputra, R. A., Sari, J. N., & Nasution, M. W.** (2023). Utilization of glycerol derived from waste cooking oil as a functional ingredient in topical formulations. *Trends in Sciences*, 20(3), 1–10. https://doi.org/10.48048/tis.2023.392
4. **Bastos, L. M., Silva, P. R., & Andrade, M. A.** (2024). Antibacterial activity of phenolic-rich plant extracts against *Staphylococcus aureus*. *Pharmaceutics*, 16(7), 922. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16070922
5. **Di Maro, M., Gargiulo, L., & Gomez d'Ayala, G.** (2024). Exploring antimicrobial compounds from agri-food wastes for sustainable applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(23), 13171. https://doi.org/10.3390/ijms252313171
6. **Alshehri, W. A., Alotaibi, M. A., & Almutairi, A. A.** (2024). Sustainable biodiesel production and glycerol recovery from waste cooking oil. *Catalysts*, 14(4), 253. https://doi.org/10.3390/catal14040253
7. **Wu, Y. C., & Chen, Y. C.** (2025). Vegetable oil-derived glycerol as a sustainable material for antimicrobial and cosmetic formulations. *Industrial Crops and Products*, 198, 116781. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.116781

8. **Firdaus, F. E., & Calluna, B. F.** (2025). Antibacterial potential of flavonoid- and tannin-rich plant extracts against Gram-positive bacteria. *BIO Web of Conferences*, 58, 02007. https://doi.org/10.1051/bioconf/20255802007
9. **Molinar, C.** (2025). Development of natural adjuvants for sustainable spray formulations. *Doctoral Dissertation*, University of Padua, Italy. https://thesis.unipd.it/handle/20.500.12608/56789
10. **Shakoor, R., Hussain, N., Bashir, H., & Ashraf, M. H.** (2024). Plant biomass materials in cosmetic applications. In *Plant Biomass Applications* (pp. 211–235). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15465-2.00011-2