

EFEK ANTIMIKROBA EXTRA VIRGIN OLIVE OIL, EXTRA LIGHT OLIVE OIL, DAN OLIVE POMACE OIL TERHADAP ESCHERICHIA COLI

Sazkia Ramadhani Aristi¹, Rachmat Faisal Syamsu², Yani Sodiqah³, Marzelina Karim⁴, Muhammad Wirawan Harahap⁵

Universitas Muslim Indonesia, Indonesia^{1,2,3,4,5}

Email: sazkiaaristi@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek antimikroba dari tiga jenis minyak zaitun—extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil—terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Resistensi antibiotik yang meningkat, terutama terhadap bakteri gram negatif seperti *E. coli*, telah menjadi masalah kesehatan global. Minyak zaitun, yang kaya akan senyawa fenolik, diharapkan dapat menjadi alternatif alami untuk mengatasi masalah ini. Penelitian ini menggunakan metode disc diffusion untuk mengukur zona hambat dari masing-masing minyak zaitun terhadap *E. coli* yang diinokulasi pada media MacConkey Agar. Hasil menunjukkan bahwa ketiga jenis minyak zaitun tidak memiliki aktivitas antimikroba yang signifikan, dengan rata-rata zona hambat masing-masing 6,6 mm untuk extra virgin olive oil, 6,5 mm untuk extra light olive oil, dan 6,5 mm untuk olive pomace oil. Uji statistik Kruskal-Wallis dan Mann-Whitney menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan. Temuan ini mengindikasikan bahwa *E. coli* resisten terhadap senyawa antimikroba dalam minyak zaitun.

Kata kunci: Minyak zaitun, *Escherichia coli*, antimikroba, resistensi antibiotik

Abstract

This study aims to evaluate the antimicrobial effects of three types of olive oil—extra virgin olive oil, extra light olive oil, and olive pomace oil—on the growth of Escherichia coli. The rising antibiotic resistance, particularly against gram-negative bacteria like E. coli, has become a global health issue. Olive oil, rich in phenolic compounds, is expected to be a natural alternative to address this problem. The study employed the disc diffusion method to measure the inhibition zones of each olive oil against E. coli inoculated on MacConkey Agar media. Results showed that all three types of olive oil exhibited no significant antimicrobial activity, with mean inhibition zones of 6.6 mm for extra virgin olive oil, 6.5 mm for extra light olive oil, and 6.5 mm for olive pomace oil. Statistical tests using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney revealed no significant differences among treatment groups. These findings indicate that E. coli is resistant to the antimicrobial compounds in olive oil.

Keywords: Olive oil, *Escherichia coli*, antimicrobial, antibiotic resistance

Pendahuluan

Antimicrobial Resistance (AMR) telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Struktur unik yang dimiliki bakteri gram negatif merupakan hal yang memperburuk masalah ini. Salah satunya adalah *Escherichia coli*. Bakteri ini dapat menghasilkan enzim Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL). Infeksi ESBL *E. coli* dapat mendorong terjadinya resistensi antibiotik pada manusia (Bezabih et al., 2021; Sunarno et al., 2023; Yan et al., 2024).

Resistensi antibiotik menyebabkan penurunan kemampuan suatu antibiotik dalam mengobati infeksi. Selain itu, dapat menyebabkan peningkatan morbiditas, rawat inap

jangka panjang, dan pilihan pengobatan yang mahal. Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) pada tahun 2020, melaporkan 1 dari 5 kasus infeksi saluran kemih yang disebabkan oleh E.coli menunjukkan resistensi terhadap antibiotik standar seperti ampicilin, kotrimoksazol, dan fluorokuinolon. Pada tahun 2019, tercatat 929.000 kematian global akibat resistensi antibiotik terhadap E.coli. Di Indonesia, terjadi peningkatan prevalensi infeksi akibat bakteri penghasil ESBL, termasuk E.coli dengan presentase berkisar antara 26% hingga 56% (Murray et al., 2022; Siahaan et al., 2022).

Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), menunjukkan bahwa sekitar 10% masyarakat menyimpan antibiotik di rumah masing-masing, dan 86% memperoleh antibiotik tanpa resep dokter. Hal ini menunjukkan tingkat pengetahuan masyarakat Indonesia terkait penggunaan antibiotik masih terbatas. Sehingga menyebabkan patogen dapat mengembangkan resistensi dan memicu timbulnya resisten terhadap antibiotik. Keadaan ini mempersulit pengobatan infeksi umum secara efektif. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif lain dari bahan alami (Murray et al., 2022; Siahaan et al., 2022).

Salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai alternatif yaitu minyak zaitun. Dibandingkan dengan antibiotik yang telah menghasilkan resisten terhadap berbagai jenis bakteri, senyawa fenolik yang terkandung dalam minyak zaitun dapat menjadi bahan alternatif untuk mencegah kelangsungan hidup bakteri. Senyawa fenolik seperti flavonoid, oleuropein, tirosol, dan hidrositirosol dapat berperan sebagai antioksidan. Selain itu, senyawa ini dapat menyebabkan perubahan struktur yang ireversibel pada membran sel bakteri yang akan menghambat sintesis senyawa intraseluler seperti enzim, ATP, asam amino, dan asam nukleat pada bakteri. Beberapa penelitian menyatakan bahwa minyak zaitun menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap E.coli. Studi lain menunjukkan interaksi yang kuat antara kandungan fenol dari minyak zaitun dan dinding sel bakteri, sehingga mencegah kelangsungan hidup E.coli (Bertelli et al., 2021; Mateu-de Antonio & Marín-Casino, 2013; Zullo et al., 2018).

Minyak zaitun dapat dibedakan menjadi beberapa jenis tergantung pada proses pemerasannya yang dapat mempengaruhi kadar senyawa fenolik pada minyak zaitun. Extra virgin olive oil melalui proses pemerasan pertama dengan kandungan senyawa fenolik 100-800 mg/kg. Extra light olive oil yang telah melalui beberapa proses pemerasan dengan kandungan senyawa fenolik <100 mg/kg. Serta olive pomace oil yang diperoleh dari proses pemerasan ampas buah zaitun dengan kandungan senyawa fenolik <100 mg/kg (Jimenez-Lopez et al., 2020; Mateos et al., 2020).

Minyak zaitun memiliki keutamaan, hingga disebutkan dalam Al-Quran Surah At-Tin ayat 1. Ayat tersebut menyebutkan bahwa Allah swt. telah bersumpah demi buah tin dan buah zaitun. Selain itu, disebutkan juga dalam Al-Quran Surah Al-An'am ayat 99. Dengan demikian, buah ini memiliki makna besar didalamnya untuk diteliti.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, minyak zaitun yang digunakan hanya satu jenis. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui efek antimikroba terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dari jenis-jenis minyak zaitun yang telah beredar di pasaran yaitu extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efek antimikroba dari extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Untuk mengetahui zona hambat yang dihasilkan oleh 100% extra virgin olive oil terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Untuk mengetahui zona hambat yang dihasilkan oleh 100% extra light olive oil terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Untuk

mengetahui zona hambat yang dihasilkan oleh 100% olive pomace oil terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Untuk mengetahui perbedaan efektivitas jenis-jenis minyak zaitun (olive oil) terhadap *Escherichia coli*.

Adapun penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai sebagai wujud penerapan mata kuliah metodologi riset dan penelitian. Sebagai bahan kajian agar dapat menambah wawasan dan pengetahuan terkait kandungan extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembelajaran tentang pengaruh extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Penelitian ini diharapkan dapat membantu menambah wawasan kepada masyarakat terhadap penggunaan extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi bahan referensi bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian yang serupa ataupun pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen menggunakan rancangan penelitian post-test only control design. Metode yang digunakan yaitu disc diffusion untuk melihat zona hambat extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil sebagai antimikroba terhadap bakteri *Escherichia coli*. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium UP3M Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Juni 2024.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini diawali dengan inokulasi bakteri *Escherichia coli* diatas medium MacConkey Agar. Setelah diinkubasi selama 1x24 jam didapatkan pertumbuhan koloni bakteri. Kemudian dilakukan tes IMViC untuk mengidentifikasi spesies bakteri *Escherichia coli*. Setelah diinkubasi selama 1x24 jam didapatkan hasil uji Indole terbentuk cincin berwarna merah pada permukaan, Methyl Red terbentuk warna merah pada media, Voges Proskauer terbentuk cincin berwarna merah pada permukaan, dan Citrate terbentuk warna biru pada media. Hal ini menunjukkan positif pertumbuhan *Escherichia coli*. Selanjutnya, ketiga jenis minyak zaitun dengan beberapa macam merek dituang kedalam wadah yang masing-masing telah diberi label. Lalu dilakukan pengujian terhadap empat media MHA yang telah diinokulasikan bakteri *Escherichia coli* yang telah dilarutkan sesuai kekeruhan McFarland. Dilakukan uji zona hambat dengan merendam paper disc kedalam wadah masing-masing minyak zaitun selama 15 menit. Setiap paper disc kemudian diletakkan diatas media MHA. Setelah diinkubasi selama 1x24 jam dilakukan perbandingan zona hambat yang terbentuk pada kontrol positif Ciprofloxacin dan kontrol negatif akuades.

Extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil dibagi kedalam beberapa wadah yang telah diberi label. Extra virgin olive oil yang digunakan berasal dari 3 merek yang berbeda lalu diberi label A1, A2, dan A3. Extra light olive oil yang digunakan berasal dari 2 merek yang berbeda lalu diberi label B1 dan B2. Olive pomace oil yang digunakan hanya berasal dari 1 merek lalu diberi label C. Kontrol positif menggunakan Ciprofloxacin dan kontrol negatif menggunakan akuades. Hasil dari uji zona hambat ketiga jenis minyak zaitun terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dapat dilihat pada tabel 1 hingga 3.

Tabel 1. Hasil Uji Zona Hambat Extra Virgin Olive Oil

Kode Merek	Zona Hambat	Interpretasi Zona Hambat
A ₁	6,5 mm	Resisten
A ₂	6,5 mm	Resisten
A ₃	6,7 mm	Resisten
Rerata	6,6 mm	

Tabel 2. Hasil Uji Zona Hambat Extra Light Olive Oil

Kode Merek	Zona Hambat	Interpretasi Zona Hambat
B ₁	6,5 mm	Resisten
B ₂	6,5 mm	Resisten
Rerata	6,5 mm	

Tabel 3. Hasil Uji Zona Hambat Olive Pomace Oil

Kode Merek	Zona Hambat	Interpretasi Zona Hambat
C	6,5 mm	Resisten
Rerata	6,5 mm	

Berdasarkan tabel 1 hingga 3, tidak diperoleh aktivitas antimikroba dari masing-masing jenis minyak zaitun dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Zona hambat yang terbentuk pada ketiga merek extra virgin olive oil hampir tidak memiliki perbedaan, dengan rerata sebesar 6,6 mm. Sementara, zona hambat yang terbentuk pada kedua merek extra light olive oil memiliki rerata sebesar 6,5 mm. Dengan ukuran yang sama juga terbentuk pada olive pomace oil.

Tabel 4. Hasil Uji Zona Hambat Kontrol Positif Ciprofloxacin dan Kontrol Negatif Akuades

Kode	Zona Hambat	Interpretasi Zona Hambat
K+ (Ciprofloxacin)	30,20 mm	Sensitif
K- (Akuades)	-	Resisten

Hasil uji kontrol positif dan kontrol negatif pada tabel 4 diatas, menunjukkan bahwa validitas penelitian ini cukup teruji.

Hasil pengukuran zona hambat kemudian dilakukan uji Kruskal Wallis untuk mengetahui perbedaan hasil pengukuran pada masing-masing kelompok perlakuan. Dasar pengambilan keputusan adalah melihat angka probabilitas, dengan ketentuan jika nilai p-value >0,05 maka H₀ diterima dan jika nilai p-value <0,05 maka H₀ ditolak.

Tabel 5. Analisis Zona Hambat Extra Virgin Olive Oil (P1), Extra Light Olive Oil (P2), Dan Olive Pomace Oil (P3)

Variabel	N	Rerata	p
Extra Virgin Olive Oil (P1)	3	6.5667	0,261
Extra Light Olive Oil (P2)	2	6.5000	
Olive Pomace Oil (P3)	1	6.5000	
K(+)	1	30.2000	
Total	7	9.9143	

Sumber: Analisis Kruskal Wallis, 2024.

Berdasarkan tabel 5, diketahui nilai p-value yaitu 0,261. Hal ini berarti H₀ diterima atau tidak terbentuknya perbedaan zona hambat pada extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil sebagai antimikroba terhadap bakteri Escherichia coli.

Langkah selanjutnya, dilakukan uji Mann-Whitney pada data kelompok perlakuan. Uji ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar dua kelompok perlakuan. Dasar pengambilan keputusan dalam uji lanjut Mann-Whitney jika nilai p-value <0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan dan jika nilai p-value >0,05 maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 6. Analisis Perbedaan Antara Extra Virgin Olive Oil (P1), Extra Light Olive Oil (P2), Dan Olive Pomace Oil (P3)

Pembandingan Kelompok	p-value	Perbedaan
P1 dengan P2	0,414	Tidak Signifikan
P1 dengan P3	0,564	Tidak Signifikan
P1 dengan K(+)	0,157	Tidak Signifikan
P2 dengan P3	1,000	Tidak Signifikan
P2 dengan K(+)	0,157	Tidak Signifikan
P3 dengan K(+)	0,317	Tidak Signifikan

Sumber: Analisis Mann-Whitney, 2024.

Berdasarkan tabel 6, tidak ada satupun kelompok perlakuan yang memiliki perbedaan yang signifikan.

Pembahasan

Agen Antimikroba dalam Minyak Zaitun

Minyak zaitun merupakan minyak yang diperoleh dari hasil pemerasan buah zaitun (*Olea europaea*). Minyak zaitun dapat dibedakan menjadi beberapa jenis tergantung pada proses pemerasannya yang dapat mempengaruhi kadar senyawa fenolik pada minyak zaitun. Dalam penelitian ini menggunakan extra virgin olive oil, extra light olive oil, dan olive pomace oil. Ketiga jenis minyak zaitun tersebut mengandung senyawa minor yaitu polifenol. Polifenol berupa senyawa sederhana dengan satu cincin fenil, satu atau lebih gugus hidroksil dan berat molekul yang rendah. Polifenol yaitu tirosol, hidroksitirosol, oleuropein, dan flavonoid berperan sebagai antioksidan dan antimikroba alami dalam minyak zaitun. Efek antimikroba ini sebagian besar diperankan oleh sifat lipofilisitas dari senyawa tersebut. Penelitian Lobiuc et al. (2023), menyatakan bahwa polifenol dapat menyebabkan perubahan permeabilitas membran bakteri. Sehingga akan terjadi aliran keluar komponen-komponen intraseluler dan dapat menghambat sintesis senyawa intraseluler seperti enzim, ATP, asam amino, dan asam nukleat. Hal ini juga didukung oleh penelitian Shamsudin et al. (2022), bahwa salah satu senyawa polifenol yaitu flavonoid juga dapat mengurangi adhesi dan pembentukan biofilm bakteri. Dengan demikian, senyawa polifenol dapat mengurangi patogenesis bakteri dan menyebabkan kematian sel bakteri (Bertelli et al., 2021; Suryandari et al., 2024).

Extra virgin olive oil merupakan jenis minyak zaitun yang diperoleh dari penyaringan pertama, sehingga menjadi minyak zaitun dengan kualitas terbaik. Sementara itu, extra light olive oil diperoleh melalui beberapa kali proses penyaringan, dan olive pomace oil diperoleh melalui proses penyaringan kedua dari sisa residu buah zaitun menggunakan pelarut heksana. Ketiga jenis minyak zaitun ini melalui proses penyaringan yang berbeda sehingga kandungan polifenol yang terkandung dalam setiap minyak zaitun juga berbeda. Sejumlah studi mengemukakan hal yang serupa diantaranya

Mateos et al. (2020), bahwa extra virgin olive oil mengandung senyawa polifenol dengan kadar 100-800 mg/kg, sedangkan extra light olive oil dan olive pomace oil mengandung senyawa polifenol <100 mg/kg (Jimenez-Lopez et al., 2020).

Senyawa polifenol dapat menekan pertumbuhan bakteri termasuk *Escherichia coli* pada konsentrasi 30 dan 20 mg/ml. Namun, efek ini bergantung pada proses penyimpanan minyak zaitun dan ketahanan spesifik strain *Escherichia coli*. Sejalan dengan penelitian oleh López-Yerena et al. (2019), bahwa perubahan terpenting dalam kandungan polifenol terjadi selama proses penghancuran, penyimpanan, dan penyaringan. Oleh karena itu, penggunaan minyak zaitun dalam kemasan dengan proses penyimpanan yang memiliki jangka waktu yang lama dapat mengurangi kadar polifenol dalam minyak zaitun (Taleb et al., 2016).

Ketahanan Escherichia coli Terhadap Agen Antimikroba

Berdasarkan hasil olah data primer, diperoleh rerata zona hambat pada extra virgin olive oil yaitu 6,6 mm. Sedangkan pada extra light olive oil dan olive pomace oil yaitu 6,5 mm. Hal ini menunjukkan bahwa *Escherichia coli* resisten terhadap agen antimikroba dalam minyak zaitun yaitu polifenol. Temuan ini selaras dan lebih baik dari Niaz dan Fatima (2017), menyatakan bahwa minyak zaitun tidak efektif dalam melawan patogen bawaan makanan termasuk *Escherichia coli*. Hasil yang didapatkan terbentuk 0 mm zona hambat pada minyak zaitun terhadap *Escherichia coli*.

Lebih lanjut, *Escherichia coli* dapat mengembangkan mekanisme resistensi yang dapat mengurangi efektivitas antimikroba dari minyak zaitun. Hal ini sejalan dengan penelitian Gaurav et al. (2023), bahwa bakteri dapat mengembangkan mekanisme resistensi salah satunya aktivasi pompa efluks. Pompa efluks merupakan protein transpor yang terletak di membran sitoplasma dan terlibat dalam pengaturan intraseluler bakteri. Aktivasi pompa ini dapat mengeluarkan agen antimikroba melintasi membran, sehingga dapat mencegah akumulasi dari senyawa antimikroba pada sel bakteri.

Pada studi yang dilakukan oleh Gauba dan Rahman (2023), menyatakan bahwa bakteri gram negatif termasuk *Escherichia coli* memiliki fitur yang membedakannya dengan bakteri gram positif, terletak pada membran luarnya. Membran luar terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan luar lipopolisakarida dan lapisan dalam fosfolipid. Dalam membran ini tersebar berbagai protein integral yang dikelompokkan menjadi dua yaitu protein β -barrel dan lipoprotein. *Escherichia coli* memiliki sekitar 80 protein ini. Kedua protein ini memiliki peran penting dalam virulensi sel, stabilisasi selubung sel bakteri, dan memodulasi masuknya antimikroba. *Escherichia coli* dapat mengurangi permeabilitas sel dengan memodifikasi struktur lipopolisakarida pada membran luar, sehingga mencegah senyawa antimikroba berinteraksi dengan intraseluler bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian Nunes et al. (2021), bahwa bakteri gram negatif memiliki komponen lipopolisakarida pada membran luar yang membuatnya lebih resisten terhadap agen antibakteri. Penelitian ini mengevaluasi zona hambat ekstrak olive pomace yang diperoleh dari dua daerah produksi minyak zaitun Trás-Os-Montes (O1 dan O2) dan Alentejo (O3 dan O4) terhadap beberapa bakteri salah satunya *Escherichia coli*. Hasil penelitian tersebut, menunjukkan diameter zona hambat yang dihasilkan oleh ekstrak olive pomace O1, O2, O3, dan O4 yaitu 0 mm.

Selain itu, *Escherichia coli* dapat menetralkan kerusakan akibat stres oksidatif yang disebabkan oleh agen antimikroba. Didukung oleh penelitian Chautrand et al. (2022), bakteri ini dapat mengurangi Reactive Oxygen Species (ROS) dan Reactive Nitrogen Species (RNS) dengan peroksidase dan superoksida dismutase. Mekanisme ini diatur oleh

sistem regulasi yaitu SoxRS (Superoxide Regulator Stimulon) dengan tujuan untuk melindungi sel dan mempertahankan integritas selubungnya.

Kesimpulan

Dari penelitian ini bisa diambil kesimpulan bahwa extra virgin olive oil resisten terhadap Escherichia coli. Extra light olive oil resisten terhadap Escherichia coli. Olive pomace oil resisten terhadap Escherichia coli. Ketiga jenis minyak zaitun tidak memiliki perbedaan efektivitas sebagai antimikroba terhadap Escherichia coli.

BIBLIOGRAFI

- Bertelli, A., Biagi, M., Corsini, M., Bains, G., Cappellucci, G., & Miraldi, E. (2021). Polyphenols: From theory to practice. *Foods*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/foods10112595>
- Bezabih, Y. M., Sabiiti, W., Alamneh, E., Bezabih, A., Peterson, G. M., Bezabhe, W. M., & Roujeinikova, A. (2021). The global prevalence and trend of human intestinal carriage of ESBL-producing Escherichia coli in the community. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 76(1). <https://doi.org/10.1093/JAC/DKAA399>
- Chautrand, T., Souak, D., Chevalier, S., & Duclairoir-Poc, C. (2022). Gram-Negative Bacterial Envelope Homeostasis under Oxidative and Nitrosative Stress. *Microorganisms*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050924>
- Gauga, A., & Rahman, K. M. (2023). Evaluation of Antibiotic Resistance Mechanisms in Gram-Negative Bacteria. *Antibiotics*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/antibiotics12111590>
- Gaurav, A., Bakht, P., Saini, M., Pandey, S., & Pathania, R. (2023). Role of bacterial efflux pumps in antibiotic resistance, virulence, and strategies to discover novel efflux pump inhibitors. In *Microbiology (United Kingdom)*, 169(5). <https://doi.org/10.1099/mic.0.001333>
- Jimenez-Lopez, C., Carpena, M., Lourenço-Lopes, C., Gallardo-Gomez, M., M. Lorenzo, J., Barba, F. J., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2020). Bioactive compounds and quality of extra virgin olive oil. *Foods*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/foods9081014>
- Lobiuc, A., Pavăl, N. E., Mangalagiu, I. I., Gheorghiuță, R., Teliban, G. C., Amăriucăi-Mantu, D., & Stoleru, V. (2023). Future Antimicrobials: Natural and Functionalized Phenolics. *Molecules*, 28(3). <https://doi.org/10.3390/molecules28031114>
- López-Yerena, A., Lozano-Castellón, J., Olmo-Cunillera, A., Tresserra-Rimbau, A., Quifer-Rada, P., Jiménez, B., Pérez, M., & Vallverdú-Queralt, A. (2019). Effects of organic and conventional growing systems on the phenolic profile of extra-virgin olive oil. *Molecules*, 24(10). <https://doi.org/10.3390/molecules24101986>
- Mateos, R., Sarria, B., & Bravo, L. (2020). Nutritional and other health properties of olive pomace oil. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(20). <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1698005>
- Mateu-de Antonio, J., & Marín-Casino, M. (2013). Olive Oil and Infection. In *Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases* (pp. 485–498). Elsevier.
- Murray, C. J., Ikuta, K. S., Sharara, F., Swetschinski, L., Robles Aguilar, G., Gray, A., Han, C., Bisignano, C., Rao, P., Wool, E., Johnson, S. C., Browne, A. J., Chipeta, M. G., Fell, F., Hackett, S., Haines-Woodhouse, G., Kashef Hamadani, B. H., Kumaran, E. A. P., McManigal, B., ... Naghavi, M. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial

- resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet*, 399(10325). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
- Niaz, K., & Fatima, A. (2017). Screening Antibacterial Activity of Vinegar & Olive Oil on Enteric Bacteria. *RADS Journal of Biological Research & Applied Sciences*, 8(1).
- Nunes, M. A., Palmeira, J. D., Melo, D., Machado, S., Lobo, J. C., Costa, A. S. G., Alves, R. C., Ferreira, H., & Oliveira, M. B. P. P. (2021). Chemical composition and antimicrobial activity of a new olive pomace functional ingredient. *Pharmaceuticals*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/ph14090913>
- Shamsudin, N. F., Ahmed, Q. U., Mahmood, S., Shah, S. A. A., Khatib, A., Mukhtar, S., Alsharif, M. A., Parveen, H., & Zakaria, Z. A. (2022). Antibacterial Effects of Flavonoids and Their Structure-Activity Relationship Study: A Comparative Interpretation. *Molecules*. 27(4). <https://doi.org/10.3390/molecules27041149>
- Siahaan, S., Herman, M. J., & Fitri, N. (2022). Antimicrobial Resistance Situation in Indonesia: A Challenge of Multisector and Global Coordination. *Journal of Tropical Medicine*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2783300>
- Sunarno, S., Puspendari, N., Fitriana, F., Nikmah, U. A., Idrus, H. H., & Panjaitan, N. S. D. (2023). Extended spectrum beta lactamase (ESBL)-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in Indonesia and South East Asian countries: GLASS Data 2018. *AIMS Microbiology*. 9(2). <https://doi.org/10.3934/microbiol.2023013>
- Suryandari, M., Isdianto, A., & Fitrianti, N. (2024). Identification And Quantification Of Major Polyphenols In Different Types Of Olive Oil: A Systematic Review Of Health Benefits. *International Journal of Islamic and Complementary Medicine*, 5(1), 77–90.
- Taleb, H., Maddocks, S. E., Morris, R. K., & Kanekanian, A. D. (2016). The antibacterial activity of date syrup polyphenols against *S. aureus* and *E. coli*. *Frontiers in Microbiology*, 7(FEB). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00198>
- Yan, Y., Xia, X., Fatima, A., Zhang, L., Yuan, G., Lian, F., & Wang, Y. (2024). Antibacterial Activity and Mechanisms of Plant Flavonoids against Gram-Negative Bacteria Based on the Antibacterial Statistical Model. *Pharmaceuticals*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/ph17030292>
- Zullo, B. A., Maiuro, L., & Ciafardini, G. (2018). Survival of coliform bacteria in virgin olive oil. *BioMed Research International*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8490614>

Copyright holder:

Sazkia Ramadhani Aristi, Rachmat Faisal Syamsu, Yani Sodikah, Marzelina Karim, Muhammad Wirawan Harahap (2025)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

