

## AKTIVITAS ANTIBAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus* DARI EKSTRAK ETANOL SELADA AIR (*Nasturtium officinale*)

Salman Khaerul Hakim<sup>1</sup>, Sabri Sudirman<sup>1\*</sup>, Miftahul Janna<sup>2</sup>,  
Gama Dian Nugroho<sup>1</sup>, Dwi Inda Sari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Hasil Perikanan  
Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya  
Jalan Palembang-Prabumulih KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30862 Indonesia  
<sup>2</sup>Program Studi Magister Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya  
Jalan Padang Selasa, Ilir Barat I, Palembang, Sumatera Selatan 30121 Indonesia  
<sup>3</sup>Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya  
Jalan Palembang-Prabumulih KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30862 Indonesia

Diterima: 16 September 2023/Disetujui: 15 Maret 2024

\*Korespondensi: sabrisudirman@unsri.ac.id

**Cara sitasi (APA Style 7<sup>th</sup>):** Hakim, S. K., Sudirman, S., Janna, M., Nugroho, G. D., , & Sari, D. I. (2024). Aktivitas antibakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus* dari ekstrak etanol selada air (*Nasturtium officinale*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(4), 319-326. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i4.50254>

### Abstrak

Bakteri merupakan mikroorganisme yang dapat menyebabkan pembusukan pada produk perikanan dan menyebabkan penyakit terhadap manusia. Senyawa polifenol dari ekstrak tumbuhan yaitu selada air merupakan salah satu sumber antibakteri alami. Tujuan penelitian adalah menentukan aktivitas antibakteri senyawa polifenol selada air (*Nasturtium officinale*) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. Senyawa polifenol diekstrak dengan metode maserasi menggunakan etanol 70%, kadar polifenol ekstrak ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu, dan aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumuran Kirby-Bauer. Rendemen ekstrak diperoleh 21,62±1,55% dengan kadar polifenol 28,49 mg GAE/g sampel kering. Antibakteri menghasilkan peningkatan konsentrasi sampel yang berbanding lurus dengan penghambatan masing-masing bakteri. Diameter zona hambat pada konsentrasi 1 mg/mL pada *P. aeruginosa* yaitu 11,13 mm dan *S. aureus* 8,98 mm. Senyawa polifenol dari selada air dapat dijadikan sebagai agen antibakteri alami.

Kata kunci: Folin-Ciocalteu, Kirby-Bauer, maserasi, patogen, polifenol

## Antibacterial Activity (*Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*) of Ethanol Extract from Watercress (*Nasturtium officinale*)

### Abstract

Bacteria can adversely affect the quality of fishery products and pose a risk of disease in humans. Polyphenolic substances derived from plant extracts are promising sources of natural antimicrobial agents. The objective of this study was to assess the antimicrobial properties of polyphenolic compounds extracted from watercress (*Nasturtium officinale*) against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. Polyphenolic compounds were obtained through maceration using 70% ethanol, and their concentrations were determined using the Folin-Ciocalteu method. Antibacterial activity was assessed using the Kirby-Bauer well diffusion method. The output obtained from the extraction process yielded 21.62±1.55% polyphenol content, amounting to 28.49 mg GAE/g of dry sample. The relationship between the sample concentration and its ability to inhibit bacterial growth was indicated by the results of the antibacterial assay, which revealed a direct proportionality between the two variables. The inhibition zone diameter at a concentration of 1 mg/mL for *P. aeruginosa* was measured to be 11.13 millimeters, while that for *S. aureus* it

was measured at 8.98 millimeters. Based on these findings, polyphenolic substances derived from watercress can be utilized as natural antibacterial agents.

Keyword: Folin–Ciocalteu, Kirby–Bauer, maceration, pathogen, plants, polyphenolic

## PENDAHULUAN

Bakteri merupakan mikroorganisme yang tersebar luas pada berbagai habitat dan lingkungan termasuk pada makanan. Cemaran biologi adalah cemaran dalam makanan yang dapat berasal dari bakteri. Bakteri patogen pada makanan termasuk produk perikanan dapat menyebabkan berbagai macam penyakit jika dikonsumsi oleh manusia atau dikenal dengan *foodborne disease* (Blando *et al.*, 2019; Ihsan *et al.*, 2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 18,3% dari 175 laporan kejadian luar biasa di Indonesia pada tahun 2000-2015 disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* (Arisanti *et al.*, 2018). Keracunan makanan dapat disebabkan oleh kontaminasi enterotoksin dari *S. aureus* yang merupakan bakteri gram positif (Fisher *et al.*, 2018; Grispoli *et al.*, 2021). Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan salah satu bakteri yang dapat menyebabkan infeksi saluran pencernaan (*gastrointestinal infection*) yang masuk ke dalam tubuh melalui rantai makanan (Fakhkhari *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2023). Penggunaan obat-obat sintesis termasuk antibiotik secara umum dilakukan untuk mencegah infeksi bakteri, akan tetapi hal tersebut dapat mengakibatkan resistensi (Manso *et al.*, 2021).

Ekstrak dari berbagai tumbuhan dapat menjadi alternatif yang sangat baik untuk antibiotik. Ekstrak metanol daun bakau hitam (*R. mucronata*) mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen penyebab diare *E. coli*, EPEC, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, dan *S. typhimurium* (Tarman *et al.*, 2013). Ekstrak biji teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) dapat menghambat bakteri *E. coli* dan *S. typhimurium* (Fitrial, 2011). Tanaman memiliki senyawa metabolit yang dapat membunuh mikroorganisme dengan memengaruhi proses seluler inang (respon imun, mitosis, *apoptosis*, dan *signal transduction*). Produk dari bahan alami juga tidak mengakibatkan resistensi (Pancu *et al.*,

2021). Ekstrak herbal tersebut digunakan tidak hanya dalam fase pengobatan saja, melainkan juga dalam fase pencegahan. Ekstrak tanaman umumnya memiliki komponen bioaktif yang dapat berperan sebagai antibakteri, misalnya senyawa polifenol (Bouarab-Chibane *et al.*, 2019; Manso *et al.*, 2021).

Senyawa polifenol merupakan senyawa metabolit sekunder yang umum dapat diekstrak dari tumbuhan. Senyawa polifenol dari tumbuhan memiliki berbagai aktivitas biologis, misalnya antibakteri, anti-inflamasi, antivirus, anti-alergi, dan antioksidan (Sudirman *et al.*, 2022; Ecevit *et al.*, 2022). Daun tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) mengandung senyawa polifenol dan aktivitas antioksidan (Sudirman *et al.*, 2022). Senyawa polifenol dari tumbuhan *Stryphnodendron adstringens* dilaporkan memiliki aktivitas penghambatan terhadap bakteri *S. aureus* (Cruz *et al.*, 2022). Senyawa polifenol dari *Aloe vera* dan *Morinda citrifolia* memiliki aktivitas antibakteri terhadap *P. aeruginosa* (Royani *et al.*, 2023). Senyawa polifenol juga dapat diekstrak dari tumbuhan selada air (*Nasturtium officinale*) (Zeb, 2015). Komponen bioaktif selada air yaitu alkaloid, steroid/triterpenoid, fenol hidrokuinon, karbohidrat dan asam amino bebas (Salamah *et al.*, 2011). Ekstrak etanol dan senyawa polifenol dari selada air memiliki aktivitas antioksidan (Bahramikia & Yazdanparast, 2010; Sedaghattalab *et al.*, 2021), akan tetapi penelitian tentang aktivitas antibakteri ekstrak etanol dari selada air (*N. officinale*) terhadap bakteri *S. aureus* dan *P. aeruginosa* belum dilaporkan. Berdasarkan uraian tersebut, penulis berhipotesis bahwa senyawa polifenol dari selada air juga memiliki aktivitas penghambatan terhadap bakteri *S. aureus* dan *P. aeruginosa*. Tujuan penelitian adalah menentukan aktivitas antibakteri senyawa polifenol dari ekstrak etanol tumbuhan selada air (*N. officinale*) terhadap bakteri *S. aureus* dan *P. aeruginosa*.

## BAHAN DAN METODE

### Preparasi dan Pembuatan Serbuk Selada Air

Selada air (*N. officinale*) segar diperoleh dari Pasar Tradisional Indralaya, Sumatera Selatan. Selada air yang diperoleh dari pasar kemudian ditransportasikan ke laboratorium dan dibersihkan dengan air. Sampel tersebut kemudian dikecilkan ukurannya dan dilakukan proses pengeringan dengan oven (Memmert UN55, Schwabach, Jerman) pada suhu 45°C selama 48 jam (Sudirman *et al.*, 2023). Sampel kering dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan saringan 80 mesh untuk mendapatkan serbuk kering sampel (simplisia).

### Ekstraksi Serbuk Selada Air

Proses ekstraksi komponen bioaktif (senyawa polifenol) selada air dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% (Insanitaqwa *et al.*, 2021). Simplisia 20 g dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 200 mL etanol 70% (etanol dalam air, v/v). Proses ekstraksi dilakukan pada suhu 40°C selama 3 jam menggunakan *hot plate* dengan bantuan *magnetic stirrer* (IKA C-MAG HS 7, Selangor, Malaysia) pada kecepatan 120 rpm. Filtrat dan residu kemudian dipisahkan menggunakan kertas saring (Whatman No. 42). Filtrat kemudian dimasukkan pada botol pengoleksi, sedangkan residu diekstrak kembali menggunakan pelarut etanol 70% yang baru dengan kondisi sama dengan ekstrak yang pertama. Total proses ekstraksi dilakukan sebanyak 7 kali. Filtrat hasil ekstraksi pertama hingga terakhir kemudian digabungkan dan dilanjutkan proses evaporasi menggunakan *rotary vacuum evaporator* (Biobase RE-301, Shandong, China) pada suhu 40°C. Proses evaporasi dilakukan hingga sebagian besar pelarut pada filtrat telah menguap. Sampel kemudian dikeringkan menggunakan *freeze dryer* (Biobase BK-FD10S, Shandong, China) sehingga diperoleh hasil ekstrak dalam bentuk tepung dan ditimbang untuk menghitung rendemen yang diperoleh. Rendemen ekstrak kering dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Rendemen ekstrak (\%)} = \frac{\text{Berat ekstrak (g)}}{\text{Berat simplisia (g)}} \times 100$$

### Analisis Total Polifenol

Uji total polifenol pada ekstrak etanol selada air dilakukan menggunakan metode Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, Missouri, USA) (Chew *et al.*, 2011). Ekstrak selada air 100 mg dilarutkan dalam 10 mL akuades sehingga diperoleh konsentrasi ekstrak sebesar 10 mg/mL. Larutan ekstrak 0,2 mL dicampurkan dengan pereaksi fenol Folin-Ciocalteu's (1:1, v/v) dalam tabung reaksi dan direaksikan selama 5 menit. Larutan sodium karbonat (8% dalam air, b/v) 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi tersebut dan ditambahkan akuades hingga volume mencapai 3 mL. Campuran kemudian direaksikan dalam kondisi gelap pada suhu ruang selama 30 menit dan kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3.000 rpm selama 30 menit. Supernatan yang diperoleh kemudian diukur absorbansi pada panjang gelombang 765 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Genesys 150, Massachusetts, USA). Asam galat (*gallic acid*) digunakan sebagai standar untuk menentukan kadar polifenol dalam ekstrak sehingga total polifenol dinyatakan dalam mg *gallic acid equivalent* (GAE) per g sampel kering.

### Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri tumbuhan selada air terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* menggunakan metode difusi sumuran Kirby Bauer (Rahman *et al.*, 2022). Suspensi 1 mL masing-masing bakteri ( $1,5 \times 10^6$  sel bakteri/mL) diinokulasi dengan media TSA pada cawan petri steril. Cawan petri kemudian dibagi menjadi 4 bagian pada *plate* dan setiap zona diberi satu lubang dengan diameter 5 mm dan kedalaman 4 mm yang akan diisi dengan ekstrak selada air (konsentrasi 0,25 mg/mL, 0,50 mg/mL, 0,75 mg/mL, dan 1,00 mg/mL) dan kontrol positif (gentamicin) yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Cawan yang telah berisi bakteri dan sampel tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktivitas antibakteri dilakukan dengan mengukur diameter zona

bening yang menunjukkan zona hambat pertumbuhan masing-masing bakteri.

### Analisis Data

Penelitian pengujian aktivitas antibakteri menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dan data hasil uji aktivitas antibakteri dianalisis menggunakan *one-way analysis of variance* (ANOVA) dengan uji lanjut Duncan pada derajat signifikan 0,05 ( $p < 0,05$ ). Data dianalisis menggunakan SPSS 22.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, AS).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen Ekstrak

Rendemen ekstrak etanol selada air diperoleh sebesar  $21,62 \pm 1,55\%$ . Rendemen ekstrak merupakan perbandingan antara hasil ekstrak yang diperoleh dengan berat awal sampel (simplisia) (Edison *et al.*, 2020). Nilai rendemen dapat dipengaruhi oleh jenis pelarut, sifat dari komponen yang diekstraksi, dan cara ekstraksi (Kusuma & Aprileili, 2022). Ekstraksi dengan cara maserasi merupakan metode ekstraksi konvensional yang umum digunakan untuk mengekstrak komponen bioaktif pada tanaman termasuk senyawa golongan polifenol. Senyawa polifenol dapat secara efektif diekstrak menggunakan pelarut etanol termasuk etanol 70% (Sudirman *et al.*, 2022a). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen ekstrak etanol daun tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) sebesar 16,80%. Hasil penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa metode ekstraksi maserasi dengan pelarut etanol 70% pada daun *Solanum muricatum* menghasilkan rendemen sebesar 17,09% (Lezoul *et al.* 2020). Perbedaan nilai rendemen ekstrak yang dihasilkan tergantung dari jenis tumbuhan dan habitat masing-masing tumbuhan. Perbedaan konsentrasi komposisi kimia pada tumbuhan dapat dipengaruhi oleh keadaan tanah, iklim, aktivitas pertanian, umur panen, serta pencemaran lingkungan (Plaskova & Mlcek, 2023).

### Total Polifenol

Ekstrak etanol selada air mengandung polifenol sebesar  $28,49 \pm 0,42$  mg GAE/g sampel kering. Konsentrasi campuran etanol dan air dapat digunakan untuk mengekstrak

senyawa polifenol, akan tetapi etanol 70% secara umum digunakan karena menghasilkan kadar polifenol yang tinggi (Daud *et al.*, 2017; Oosthuizen *et al.*, 2018). Ekstraksi senyawa polifenol menggunakan etanol 70% pada tumbuhan apu-apu (*P. stratiotes*) diperoleh sebesar 29,03 mg GAE/g (Sudirman *et al.*, 2022b). Perbedaan kadar polifenol yang dihasilkan tergantung pada jenis dan bagian tumbuhan yang digunakan. Kadar polifenol pada tumbuhan ditentukan oleh beberapa faktor misalnya jenis tumbuhan, komposisi tanah dan kondisi pertumbuhan, kematangan atau waktu panen, dan penanganan setelah panen (Faller & Fialho, 2010; Mystkowska *et al.*, 2020).

### Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri senyawa polifenol ekstrak etanol selada air terhadap bakteri *P. aeruginosa* dapat dilihat pada *Figure 1* dan bakteri *S. aureus* pada *Figure 2*. Aktivitas antibakteri masing-masing konsentrasi selada air menghasilkan diameter zona hambat yang berbeda secara signifikan ( $p < 0,05$ ). Peningkatan konsentrasi sampel yang digunakan menghasilkan peningkatan zona hambat pada masing-masing bakteri. Zona hambat yang dihasilkan oleh ekstrak pada masing-masing bakteri membuktikan bahwa ekstrak etanol tumbuhan selada air memiliki aktivitas antibakteri. Diameter zona hambat tertinggi terdapat pada konsentrasi 1,00 mg/mL, yaitu  $8,98 \pm 0,07$  mm (*S. aureus*) dan  $11,13 \pm 0,05$  mm (*P. aeruginosa*). Diameter zona hambat ekstrak metanol daun *Lawsonia inermis* yang mengandung senyawa fenol berkisar antara 2,86-6,48 mm pada bakteri *S. aureus* dan 2,50-6,05 mm pada bakteri *P. aeruginosa* (Zamruddin & Herman, 2015). Senyawa polifenol pada ekstrak etanol daun *Avicennia marina* juga memiliki aktivitas antibakteri pada *S. aureus* dengan zona hambat yang berkisar antara 17 mm (Kurniasih & Halimah, 2019).

Ekstrak etanol selada air memiliki kandungan senyawa polifenol. Senyawa polifenol dari tumbuhan memiliki berbagai aktivitas biologis, misalnya antibakteri, anti-inflamasi, antivirus, anti-alergi dan antioksidan (Ecevit *et al.*, 2022). Senyawa polifenol dari

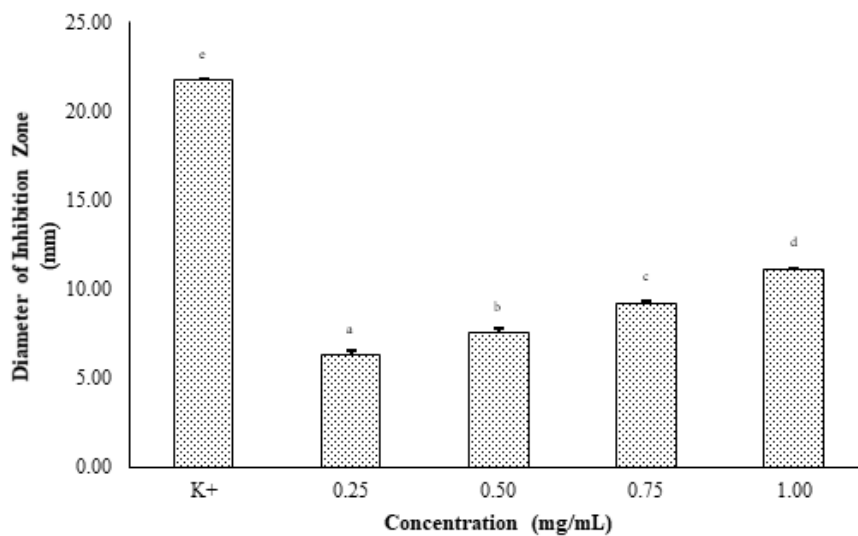


Figure 1 Antibacterial activity of ethanolic extract of watercress (*N. officinale*) on *P. aeruginosa*; Data are shown as the mean  $\pm$  SD (n=3). K+, positive control

Gambar 1 Aktivitas antibakteri ekstrak etanol selada air (*N. officinale*) terhadap *P. aeruginosa*; Data disajikan dalam bentuk rata-rata  $\pm$  SD (n=3). K+, kontrol positif

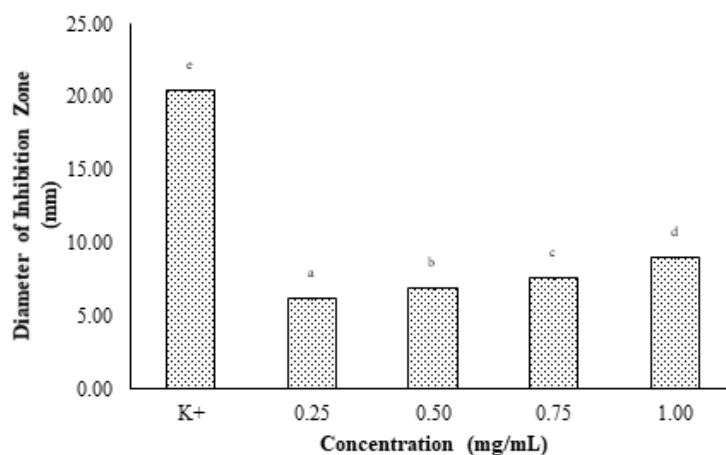


Figure 2 Antibacterial activity of ethanolic extract of watercress (*N. officinale*) on *S. aureus*; Data are shown as the mean  $\pm$  SD (n=3). K+, positive control

Gambar 1 Aktivitas antibakteri ekstrak etanol selada air (*N. officinale*) terhadap *S. aureus*; Data disajikan dalam bentuk rata-rata  $\pm$  SD (n=3). K+, kontrol positif

tumbuhan *Stryphnodendron adstringens* memiliki aktivitas penghambatan terhadap bakteri *S. aureus* (Cruz *et al.*, 2022). Senyawa polifenol dari *Aloe vera* dan *Morinda citrifolia* memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *P. aeruginosa* (Royani *et al.*, 2023). Senyawa polifenol berfungsi sebagai antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif maupun bakteri gram positif (Manso *et al.*, 2021). Perbedaan aktivitas

antibakteri oleh senyawa polifenol tumbuhan tergantung dari struktur dan golongan senyawa polifenol tersebut. Mekanisme kerja senyawa fenolik pada sel bakteri dapat disebabkan oleh kerusakan membran bakteri, penghambatan faktor virulensi seperti enzim dan racun, dan penghambatan pembentukan biofilm bakteri (Miklasińska-Majdanik *et al.*, 2018). Ekstrak tumbuhan yang kaya polifenol dilaporkan menghambat pembentukan

biofilm bakteri *S. aureus* dan *P. aeruginosa* (Blando *et al.*, 2019). Senyawa polifenol juga berperan dalam menghambat kanker paru-paru (*lung cancer*) melalui proses apoptosis dan menstimulasi fungsi sel imun. Senyawa polifenol memainkan peran farmakologis dalam kanker paru-paru dengan meregulasi miRNA (Li *et al.*, 2022).

## KESIMPULAN

Ekstrak etanol tumbuhan selada air (*N. officinale*) mengandung senyawa polifenol sebesar 28,49±0,42 mg GAE/g sampel kering. Ekstrak tersebut dapat berfungsi sebagai antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa* dengan diameter zona hambat sebesar 11,13 mm dan bakteri *S. aureus* sebesar 8,98 mm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arisanti, R. R., Indriani, C., & Wilopo, S. A. (2018). Kontribusi agen dan faktor penyebab kejadian luar biasa keracunan pangan di Indonesia: kajian sistematis. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 34(3), 99-106. <https://doi.org/10.22146/bkm.33852>
- Bahramikia, S., & Yazdanparast, R. (2010). Antioxidant efficacy of nasturtium officinale extracts using various *in vitro* assay systems. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 3(4), 283-290. [https://doi.org/10.1016/s2005-2901\(10\)60049-0](https://doi.org/10.1016/s2005-2901(10)60049-0)
- Blando, F., Russo, R., Negro, C., De Bellis, L., & Frassinetti, S. (2019). Antimicrobial and antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus* of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. cladode polyphenolic extracts. *Antioxidants*, 8(5), 1-13. <https://doi.org/10.3390/antiox8050117>
- Bouarab-Chibane, L., Forquet, V., Lantéri, P., Clément, Y., Léonard-Akkari, L., Oulahal, N., Degraeve, P., & Bordes, C. (2019). Antibacterial properties of polyphenols: characterization and QSAR (Quantitative structure–activity relationship) models. *Frontiers in Microbiology*, 10(829), 1-23. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00829>
- Chew, K. K., Ng, S. Y., Thoo, Y. Y., Khoo, M. Z., Wan Aida, W. M., & Ho, C.W. (2011). Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal*, 18(2), 571-578.
- Cruz, J. E. R., Costa, J. L. G., Teixeira, T. A., Freitas, G. R. O., Gomes, M. S., & Morais, E. R. (2022). Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activity of extract from leaves and bark of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. *Revista CiÊncia Agronômica*, 53, 1-9. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20220049>
- Daud, M. N. H., Fatanah, D. N., Abdullah, N., & Ahmad, R. (2017). Evaluation of antioxidant potential of *Artocarpus heterophyllus* L. J33 variety fruit waste from different extraction methods and identification of phenolic constituents by LCMS. *Food Chemistry*, 232, 621-632. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.018>
- Ecevit, K., Barros, A. A., Silva, J. M., & Reis, R. L. (2022). Preventing microbial infections with natural phenolic compounds. *Future Pharmacology*, 2(4), 460-498. <https://doi.org/10.3390/futurepharmacol2040030>
- Edison, Diharmi, A., Ariani, N. M., Sumarto, & Ilza, M. (2020). Komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan ekstrak kasar *Sargassum plagyophyllum*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 58-66. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.30725>
- Fakhkhari, P., Tajeddin, E., Azimirad, M., Salmazadeh-Ahrabi, S., Abdi-Ali, A., Nikmanesh, B., Eshrati, B., Gouya, M.M., Owlia, P., Zali, M.R., & Alebouyeh, M. (2020). Involvement of *Pseudomonas aeruginosa* in the occurrence of community and hospital acquired diarrhea, and its virulence diversity among the stool and the environmental samples. *International Journal of Environmental Health Research*, 32(1), 61-71. <https://doi.org/10.1080/09603123>

- .2020.1726300
- Faller, A. L. K., & Fialho, E. (2010). Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(6), 561-568. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.01.003>
- Fisher, E. L., Otto, M., & Cheung, G. Y. C. (2018). Basis of virulence in enterotoxin-mediated staphylococcal food poisoning. *Frontiers in Microbiology*, 9, 436. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00436>
- Fitrial, Y. (2011). Aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat biji teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) akibat pemanasan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 14(1), 43-48. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v14i1.3427>
- Grispoldi, L., Karama, M., Armani, A., Hadjicharalambous, C., & Cenci-Goga, B. T. (2021). *Staphylococcus aureus* enterotoxin in food of animal origin and staphylococcal food poisoning risk assessment from farm to table. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 677-690. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2020.1871428>
- Ihsan, B. (2021). Identifikasi bakteri patogen (*Vibrio* spp. dan *Salmonella* spp.) yang mengontaminasi ikan layang dan bandeng di pasar tradisional. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1), 89-96. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i1.34198>
- Insanitaqwa, A. Z., As, N., & Prasetyorini, N. (2021). Evaluasi *in vitro* aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun selada air (*Nasturtium officinale*) terhadap bakteri methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Majalah Kesehatan*, 8(3), 128-136. <https://doi.org/10.21776/ub.majalahkesehatan.2021.008.03.2>
- Kusuma, A. E. & Aprilieli, D. A. (2022). Pengaruh jumlah pelarut terhadap rendemen ekstrak daun katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr). *Jurnal Farmasi Sains dan Obat Tradisional*, 1(2), 125-135.
- Kurniasih, N., & Halimah, E. (2019). Aktivitas antibakteri dari ekstrak berbagai spesies tumbuhan mangrove. *Farmaka*, 17(2), 359-366.
- Lezoul, N. E. H., Belkadi, M., Habibi, F., & Guillén, F. (2020). Extraction processes with several solvents on total bioactive compounds in different organs of three medicinal plants. *Molecules*, 25(20), 4672. <https://doi.org/10.3390/molecules25204672>
- Li J., Zhong, X., Zhao, Y., Sheng J., Pilapong C., & Xiao, Z. (2022). Polyphenols as lung cancer chemopreventive agents by targeting microRNAs. *Molecules*, 27(18), 5903. <https://doi.org/10.3390/molecules27185903>
- Li, X., Gu, N., Huang, T.Y., Zhong, F., & Peng, G. (2023). *Pseudomonas aeruginosa*: A typical biofilm forming pathogen and an emerging but underestimated pathogen in food processing. *Frontiers in Microbiology*, 13(1114199), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1114199>
- Manso, T., Lores, M., & de Miguel, T. (2021). Antimicrobial activity of polyphenols and natural polyphenolic extracts on clinical isolates. *Antibiotics*, 11, 46. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010046>
- Mikłasińska-Majdanik, M., Kępa, M., Wojtyczka, R., Idzik, D., & Wąsik, T. (2018). Phenolic compounds diminish antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* clinical strains. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 2321. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102321>
- Mystkowska, I., Zarzecka, K., Gugąła, M., & Sikorska, A. (2020). The polyphenol content in three edible potato cultivars depending on the biostimulants used. *Agriculture*, 10, 269. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070269>
- Oosthuizen, D., Goosen, N., Stander, M., Ibrahim, A., Pedavoah, M. M., Usman, G., & Aderinola, T. (2018). Solvent extraction of polyphenolics from the indigenous African fruit *Ximenia caffra* and characterization by LC-HRMS. *Antioxidants*, 7, 103. <https://doi.org/10.3390/antiox7080103>
- Pancu, D. F., Scurtu, A., Macasoi, I. G., Marti, D., Mioc, M., Soica, C., Coricovac, D., Horhat, D., Poenaru, M., & Dehelean,

- C. (2021). Antibiotics: conventional therapy and natural compounds with antibacterial activity—A pharmacotoxicological screening. *Antibiotics*, 10(4), 401. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10040401>
- Plaskova, A., & Mlcek, J. (2023). New insights of the application of water or ethanol-water plant extract rich in active compounds in food. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1-23. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1118761>
- Rahman, I. W., Fadlilah, R. N., Ka'bah, Kristiana, H. N., & Dirga, A. (2022). Potensi ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*) dalam menghambat pertumbuhan *Serratia marcescens*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 13(1), 14-22.
- Royani, A., Hanafi, M., Julistiono, H., & Manaf, A. (2023). The total phenolic and flavonoid contents of *Aloe vera* and *Morinda citrifolia* extracts as antibacterial material against *Pseudomonas aeruginosa*. *Materials Today: Proceedings*, 72, 2796-2802. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.06.466>
- Salamah, E., Purwaningsih, S., & Ellis Permatasari. (2011). Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif pada selada air (*Nasturtium officinale* L. R. Br). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 14(2), 85-91. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v14i2.5316>
- Sedaghattalab, M., Razazan, M., Sadeghi, H., Doustimotlagh, A. H., Toori, M. A., Abbasi Larki, R., Azarmehr, N., Asfaram, A., Panahi kokhdan, E., Taheri, T., Pourshohod, A., & Zarrelli, A. (2021). Effects of *Nasturtium officinale* extract on antioxidant and biochemical parameters in hemodialysis patients: A randomized double-blind clinical trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2021/1632957>
- Sudirman, S., Aprilia, E., & Janna, M. (2022). Kandungan senyawa polifenol dan aktivitas antioksidan daun tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) dengan metode pengeringan yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 235-243. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.41523>
- Sudirman, S., Herpandi, Safitri, E., Apriani, E. F., & Taqwa, F. H. (2022a). Total polyphenol and flavonoid contents and antioxidant activities of water lettuce (*Pistia stratiotes*) leave extracts. *Food Research*, 6(4), 205-210. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(4\).484](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(4).484)
- Sudirman, S., Janna, M., Herpandi, & Widiastuti, I. (2022b). In vitro inhibitory HMG-CoA reductase activity of purified polyphenol compounds from water lettuce (*Pistia stratiotes*) leaf extract. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(7), 1131-1134. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v6i7.15>
- Sudirman, S., Pujiastuti, N., Janna, M., Herpandi, & Widiastuti, I. (2023). Antihyperlipidemic activity of purified polyphenol extracted from water lettuce (*Pistia stratiotes*) Leaf: An in vitro analysis. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(6), 3177-3181. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i6.17>
- Tarman, S., Purwaningsih, S., & Negara, A A A P P. (2014). Aktivitas antibakteri ekstrak daun bakau hitam (*Rhizophora mucronata*) terhadap bakteri penyebab diare. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(3), 249-258. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v16i3.8063>
- Zamruddin, N. M., & Herman, L. R., (2015). Aktivitas antibakteri ekstrak daun pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(1), 21-28.
- Zeb, A., (2015). Phenolic profile and antioxidant potential of wild watercress (*Nasturtium officinale* L.). *Springer Plus*, 4(1), 714. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1514-5>