



Pengaruh Pelarut Ekstraksi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*)

Nabilla Minerva Prameswari

Universitas Malahayati

Diah Astika Winahyu

Universitas Malahayati

Tutik

Universitas Malahayati

Alamat: Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Indonesia

Korespondensi penulis: nabillaminervaprameswari18@gmail.com

Abstract. This study aims to determine the effect of different extraction solvents (*n*-hexane, ethyl acetate, and ethanol) on the antioxidant activity of mustard green (*Brassica juncea L.*) extracts. The extraction was carried out using the maceration method with different solvent polarities, and the concentrated extracts were tested for phytochemical screening and antioxidant activity using the DPPH method. The IC_{50} values were analyzed using one-way ANOVA, resulting in a significance value of 0.000 ($p < 0.05$), indicating that the type of solvent significantly affected antioxidant activity. Phytochemical analysis revealed the presence of flavonoids, phenols, tannins, saponins, alkaloids, and steroids. The average IC_{50} values of *n*-hexane, ethyl acetate, and ethanol extracts were 314.73 ± 4.96 ppm (weak), 412.29 ± 3.06 ppm (weak), and 40.46 ± 0.63 ppm (very strong), respectively. These results indicate that solvent polarity variations significantly influence the antioxidant activity of mustard green extracts.

Keywords: Mustard greens, solvent variations, antioxidants, DPPH.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pelarut ekstraksi (*n*-heksana, etil asetat, dan etanol) terhadap aktivitas antioksidan ekstrak sawi hijau (*Brassica juncea L.*). Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut dengan tingkat kepolaran berbeda, dan ekstrak kental yang diperoleh diuji skrining fitokimia serta aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Nilai IC_{50} dianalisis menggunakan ANOVA satu arah dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa jenis pelarut berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan. Hasil skrining fitokimia menunjukkan adanya senyawa flavonoid, fenol, tanin, saponin, alkaloid, dan steroid. Rata-rata nilai IC_{50} untuk ekstrak *n*-heksana, etil asetat, dan etanol berturut-turut adalah $314,73 \pm 4,96$ ppm (lemah), $412,29 \pm 3,06$ ppm (lemah), dan $40,46 \pm 0,63$ ppm (sangat kuat). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi kepolaran pelarut berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan ekstrak sawi hijau.

Kata Kunci: Sawi hijau, Variasi pelarut, Antioksidan, DPPH.

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Pola makan lebih bergizi dan seimbang sangat penting untuk perkembangan sistem kekebalan tubuh yang kuat (Bahar, 2025). Akibat jika kekurangan makanan yang mempunyai gizi akan menimbulkan beberapa masalah, untuk jangka pendek maupun jangka panjang, seperti gangguan pertumbuhan dan perkembangan, penurunan sistem kekebalan tubuh, anemia, masalah kesehatan kronis, gangguan mental, dan masalah pada ibu hamil. Makanan bergizi umumnya megandung suatu zat gizi penting dengan jumlah cukup untuk pemenuhan kebutuhan gizi tubuh (Herlianty, 2024). Makanan yang termasuk mengandung banyak gizi yaitu sayuran.

Sayuran adalah jenis makanan yang mengandung banyak gizi. Gizi yang terkandung pada sayuran bermanfaat untuk pemenuhan sumber serat, vitamin, dan mineral, sehingga sayuran sangat baik dikonsumsi untuk menjaga kesehatan tubuh. Konsumsi sayuran akan bermanfaat bagi

tubuh manusia dalam menjaga kesehatan jantung, memperbaiki berat badan, memperlancar kesehatan pencernaan, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, menurunkan resiko kanker karena zat antioksidan yang terkandung dalam sayuran dapat membuat tubuh menjadi segar karena sayur memiliki kandungan vitamin dan mineral yang tinggi sehingga membuat tubuh menjadi lebih bugar, melancarkan buang air besar karena sayur mengandung banyak serat yang dapat meningkatkan kelancaran metabolisme tubuh seperti melancarkan buang air besar, kandungan serat yang terdapat dalam sayuran mampu memberikan rasa kenyang yang lebih tahan lama, bahkan mengurangi porsi makan yang berlebih. Sayuran dapat mencegah dan mengobati kanker karena sayur kaya akan mineral, vitamin, serat dan antioksidan untuk melawan berbagai jenis penyakit secara alami termasuk penyakit kanker (Jafaruddin, 2023). Sayuran yang termasuk memiliki banyak manfaat yaitu sawi hijau.

Sayuran Sawi hijau (*Brassica juncea L.*) adalah salah satu tanaman sayuran daun berasal dari keluarga tanaman Cruciferae atau tanaman kubis-kubisan dengan kandungan nilai ekonomi tinggi yang kaya kandungan gizi cukup tinggi dan tanaman ini dipercaya mempunyai khasiat obat (Halauddin, 2017). Sawi hijau mengandung karbohidrat, protein, lemak dan memiliki kandungan serat sebesar 2 gram/100 gram yang berguna bagi kesehatan (Sari, 2024). Tanaman ini dipercaya mempunyai khasiat obat yaitu berkhasiat sebagai obat sakit nyeri tenggorokan, penyembuhan sakit kepala, meredakan batuk, anti darah tinggi atau hipertensi, serta dapat mengurangi sakit pada jantung, beberapa jenis kanker, dan bermanfaat menghindari ibu hamil dan menyusui dari penyakit anemia (Khotimah, 2020). Selain itu tanaman yang secara empiris digunakan sebagai obat tradisional adalah tanaman sawi hijau (*Brassica juncea L.*) dan sawi putih (*Brassica chinensis L.*). Tanaman sawi hijau (*Brassica juncea L.*) mengandung senyawa metabolit sekunder flavonoid, steroid, fenolik, tannin, saponin, alkaloid (Verma et al., 2022). Pada tanaman sawi hijau spesifik mengandung glukosinolat sehingga sawi hijau lebih terasa pahit dibandingkan dengan sawi yang lain (Huang, 2022). Sedangkan pada tanaman sawi putih (*Brassica chinensis L.*) mengandung senyawa flavonoid, saponin, polifenol (Seli, 2019). Warna hijau pada sawi hijau sebagai sumber pigmen, mineral serta vitamin yang dibutuhkan yang dapat berfungsi sebagai pembersih alami (mendorong detoksifikasi), antioksidan, antikanker (Sari, 2023).

Pengertian Antioksidan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk menyerap atau menetralisir radikal bebas sehingga mampu mencegah penyakit degeneratif. Senyawa antioksidan merupakan substansi yang diperlukan tubuh untuk menetralisir kandungan radikal bebas serta dapat mencegah kerusakan diakibatkan radikal bebas tersebut pada sel normal, protein, dan lemak. Senyawa antioksidan merupakan struktur molekul yang mampu menyuplai elektron pada molekul radikal bebas tanpa terganggunya fungsi utama, sekaligus menghentikan reaksi berantai dihasilkan oleh radikal bebas tersebut (Artati, 2023). Kandungan senyawa kimia yang masuk ke dalam kelompok antioksidan dan dapat ditemukan pada berbagai jenis tanaman. Beberapa diantaranya adalah *polifenol*, *bioflavonoid*, *asam askorbat*, *vitamin E*, *betakaroten*, *katekin* dan masih banyak lagi (Artati, 2023). Senyawa dapat diperoleh dari daun sawi hijau dengan cara ekstraksi.

Metode ekstraksi adalah suatu proses pada tingkatan awal yang menentukan suatu proses isolasi metabolit sekunder pada tanaman setelah adanya suatu proses preparasi sampel (Hidayah, 2016). Simplicia yang diekstraksi mengandung berbagai senyawa aktif, baik yang larut maupun yang tidak larut seperti serat, karbohidrat, protein, dan lain lain. Pemilihan pelarut dapat mempengaruhi efisiensi proses ekstraksi. Jenis pelarut pengekstraksi dapat mempengaruhi jumlah senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak. Proses ekstraksi dipengaruhi oleh ukuran partikel, suhu ekstraksi dan jenis pelarut (Hidayah, 2016).

Penelitian yang dilakukan yang pada aktivitas antioksidan pada daun sawi telah dilakukan sebelumnya berjudul Uji aktivitas antioksidan fraksi etil asetat sawi ladang (*Nasturtium montanum* W) dengan penggunaan metode DPPH (1,1 diphenyl-2-2-pycrilhydrazyl) yang bernilai IC₅₀ 98,57 µ/mL mempunyai potensi antioksidan tergolongan kuat (50-100 µ/ml) (Jannah, 2024). Berdasarkan hal tersebut maka peneliti tertarik untuk meneliti kelanjutan kandungan senyawa metabolit sekunder dan turunannya pada sayuran tanaman sawi hijau, serta aktivitas antioksidan yang memakai daun sawi hijau dengan kandungan banyak manfaatnya bagi kesehatan dan terdapat kandungan antioksidan. Penelitian ini dilakukan dengan identifikasi ekstrak daun sawi hijau pada pelarut non polar (heksana), semi polar (etil asetat), dan polar (etanol), yang menggunakan suatu uji aktivitas antioksidan dengan DPPH yang dapat melihat pengaruh aktivitas antioksidan pada pelarut yang mempunyai kepolaran yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pelarut ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun sawi hijau (*Brassica juncea L.*). Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan tiga jenis pelarut berbeda berdasarkan tingkat kepolarannya, yaitu pelarut nonpolar (n-heksana), semi polar (etil asetat), dan polar (etanol). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2025 di Laboratorium Fitokimia dan Laboratorium Farmakognosi Fakultas Farmasi Universitas Malahayati, Bandar Lampung.

Bahan utama yang digunakan adalah daun sawi hijau segar yang diperoleh dari pasar tradisional di Kota Bandar Lampung. Bahan kimia yang digunakan meliputi n-heksana, etil asetat, etanol 96%, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), asam askorbat sebagai kontrol positif, aquades, serta berbagai reaksi fitokimia seperti FeCl₃, HCl, reaksi Mayer, Dragendorff, Liebermann–Burchard, NaOH, dan Mg. Alat-alat yang digunakan antara lain blender, timbangan analitik, beaker glass, erlenmeyer, corong pisah, rotary evaporator, pipet volumetrik, serta spektrofotometer UV-Vis.

Sampel daun sawi hijau terlebih dahulu dicuci bersih dengan air mengalir, kemudian dikeringkan pada suhu ruang tanpa terkena sinar matahari langsung selama kurang lebih lima hari hingga kering sempurna. Daun kering kemudian digiling menjadi serbuk halus (simplisia) dan disimpan dalam wadah tertutup rapat hingga siap digunakan. Sebanyak 100 gram serbuk simplisia kemudian diekstraksi secara bertingkat menggunakan metode maserasi. Tahap pertama dilakukan dengan pelarut n-heksana selama tiga hari sambil diaduk secara berkala, kemudian disaring. Residu hasil penyaringan selanjutnya dimerasi dengan pelarut etil asetat selama tiga hari, dan tahap terakhir dengan pelarut etanol 96% selama tiga hari. Setiap filtrat hasil maserasi disaring dan diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40–50°C hingga diperoleh ekstrak kental dari masing-masing pelarut.

Setiap ekstrak yang diperoleh kemudian dilakukan uji skrining fitokimia untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, fenol, tanin, saponin, alkaloid, serta steroid dan triterpenoid. Uji flavonoid dilakukan dengan uji Shinoda menggunakan Mg dan HCl pekat, uji fenol dan tanin dilakukan menggunakan larutan FeCl₃ 1%, uji saponin dilakukan dengan metode uji busa, uji alkaloid dilakukan menggunakan reaksi Mayer dan Dragendorff, sedangkan uji steroid dan triterpenoid dilakukan dengan reaksi Liebermann–Burchard. Adanya perubahan warna atau endapan digunakan sebagai indikator hasil positif dari masing-masing uji.

Aktivitas antioksidan setiap ekstrak diuji menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) berdasarkan prosedur Blois (1958) dengan sedikit modifikasi. Larutan stok DPPH

dibuat dengan konsentrasi 0,004% dalam metanol. Larutan ekstrak uji dibuat dalam berbagai konsentrasi (20–200 ppm), kemudian masing-masing sebanyak 1 mL dicampurkan dengan 1 mL larutan DPPH, dihomogenkan, dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang dalam kondisi gelap. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm, dan asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif. Persentase penghambatan radikal bebas dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Inhibisi (\%)} = ((A_0 - A_1)/A_0) \times 100$$

dengan A_0 adalah absorbansi larutan kontrol DPPH dan A_1 adalah absorbansi larutan sampel. Nilai IC_{50} (*Inhibitory Concentration 50*) diperoleh dari hasil analisis regresi linier antara konsentrasi ekstrak dengan persentase inhibisi, yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang mampu meredam 50% radikal bebas DPPH. Kategori kekuatan aktivitas antioksidan ditentukan berdasarkan nilai IC_{50} , yaitu sangat kuat (<50 ppm), kuat (50–100 ppm), sedang (100–250 ppm), lemah (250–500 ppm), dan sangat lemah (>500 ppm). Data hasil pengukuran aktivitas antioksidan dari masing-masing ekstrak dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA satu arah dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$ untuk mengetahui pengaruh jenis pelarut terhadap aktivitas antioksidan, dan dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey apabila terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi daun sawi hijau (*Brassica juncea L.*) menggunakan tiga jenis pelarut dengan tingkat kepolaran berbeda menghasilkan ekstrak dengan karakteristik warna dan kekentalan yang bervariasi. Ekstrak n-heksana berwarna hijau tua kekuningan dengan tekstur kental dan aroma khas minyak, ekstrak etil asetat berwarna hijau kecokelatan, sedangkan ekstrak etanol menghasilkan warna hijau tua pekat dengan konsistensi lebih kental dibandingkan dua pelarut lainnya. Perbedaan warna dan kekentalan tersebut menunjukkan adanya perbedaan senyawa kimia yang terekstraksi oleh masing-masing pelarut akibat perbedaan kepolaran pelarut yang digunakan.

Skrining Fitokimia

Hasil uji skrining fitokimia menunjukkan bahwa ketiga ekstrak daun sawi hijau mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenol, tanin, saponin, alkaloid, dan steroid. Senyawa flavonoid dan fenol terdeteksi kuat pada ekstrak etanol, sedangkan pada ekstrak etil asetat kandungan flavonoid dan tanin teridentifikasi dalam jumlah sedang. Sementara itu, ekstrak n-heksana menunjukkan kandungan utama berupa steroid dan sedikit alkaloid. Adanya perbedaan komposisi senyawa tersebut menunjukkan bahwa tingkat kepolaran pelarut sangat berpengaruh terhadap jenis metabolit sekunder yang dapat terekstraksi. Pelarut polar seperti etanol lebih efektif menarik senyawa-senyawa polar seperti flavonoid dan fenol yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan tinggi, sedangkan pelarut nonpolar seperti n-heksana cenderung melarutkan senyawa nonpolar seperti minyak, lemak, dan steroid.

Uji Aktivitas Antioksidan (Metode DPPH)

Uji aktivitas antioksidan dilakukan terhadap ketiga ekstrak menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) untuk mengukur kemampuan ekstrak dalam menetralkan radikal bebas. Nilai IC_{50} yang diperoleh dari masing-masing pelarut adalah sebagai berikut: ekstrak n-

heksana sebesar $314,73 \pm 4,96$ ppm, ekstrak etil asetat sebesar $412,29 \pm 3,06$ ppm, dan ekstrak etanol sebesar $40,46 \pm 0,63$ ppm. Berdasarkan klasifikasi kekuatan aktivitas antioksidan menurut Molyneux (2004), nilai $IC_{50} < 50$ ppm dikategorikan sangat kuat, $50\text{--}100$ ppm kuat, $100\text{--}250$ ppm sedang, $250\text{--}500$ ppm lemah, dan >500 ppm sangat lemah. Berdasarkan kategori tersebut, ekstrak etanol tergolong memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat, sedangkan ekstrak n-heksana dan etil asetat masing-masing tergolong lemah.

Nilai IC_{50} yang rendah pada ekstrak etanol menunjukkan bahwa pelarut polar ini mampu mengekstraksi senyawa-senyawa aktif antioksidan lebih efektif dibandingkan pelarut semi polar maupun nonpolar. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hidayah (2016) bahwa pelarut dengan kepolaran tinggi dapat melarutkan senyawa-senyawa seperti polifenol, flavonoid, dan tanin yang bersifat polar dan berperan penting dalam aktivitas penangkal radikal bebas. Flavonoid dan fenol diketahui memiliki gugus hidroksil (-OH) yang mampu mendonorkan atom hidrogen untuk menstabilkan radikal bebas DPPH, sehingga menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi. Sementara itu, senyawa nonpolar yang dominan dalam ekstrak n-heksana seperti steroid dan lemak memiliki kontribusi yang lebih rendah terhadap aktivitas antioksidan.

Analisis statistik menggunakan ANOVA satu arah menunjukkan bahwa perbedaan jenis pelarut ekstraksi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai IC_{50} dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Hasil ini menegaskan bahwa variasi pelarut dengan tingkat kepolaran berbeda berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun sawi hijau. Uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak etanol berbeda signifikan dibandingkan dengan ekstrak n-heksana dan etil asetat, sedangkan antara ekstrak n-heksana dan etil asetat tidak menunjukkan perbedaan signifikan.

Perbedaan aktivitas antioksidan yang dihasilkan oleh masing-masing ekstrak dapat dijelaskan melalui prinsip “like dissolves like”, yaitu pelarut dengan kepolaran tertentu akan lebih mudah melarutkan senyawa dengan kepolaran serupa. Pelarut polar seperti etanol cenderung mengekstraksi senyawa antioksidan yang bersifat polar, seperti polifenol, flavonoid, dan tanin, sedangkan pelarut semi polar dan nonpolar tidak mampu melarutkan senyawa tersebut secara maksimal. Oleh karena itu, ekstrak etanol menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Jannah (2024) yang melaporkan bahwa fraksi etil asetat dari sawi ladang (*Nasturtium montanum W.*) memiliki aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC_{50} sebesar $98,57 \mu\text{g/mL}$. Perbedaan nilai IC_{50} antar penelitian dapat disebabkan oleh perbedaan jenis tanaman, pelarut yang digunakan, serta kondisi ekstraksi seperti suhu, waktu, dan ukuran partikel simplisia. Selain itu, hasil ini juga mendukung temuan Verma et al. (2022) yang menyebutkan bahwa sawi hijau (*Brassica juncea L.*) mengandung senyawa flavonoid, saponin, fenol, dan tanin yang berperan penting sebagai penangkal radikal bebas.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi jenis pelarut ekstraksi memiliki pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun sawi hijau. Pelarut polar etanol menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi dengan kategori sangat kuat, sedangkan pelarut semi polar etil asetat dan nonpolar n-heksana menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa aktif antioksidan pada daun sawi hijau umumnya bersifat polar dan lebih efektif diekstraksi menggunakan pelarut polar seperti etanol.

KESIMPULAN

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi jenis pelarut ekstraksi memiliki pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun sawi hijau. Pelarut polar etanol menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi dengan kategori sangat kuat, sedangkan pelarut semi

polar etil asetat dan nonpolar n-heksana menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa aktif antioksidan pada daun sawi hijau umumnya bersifat polar dan lebih efektif diekstraksi menggunakan pelarut polar seperti etanol.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penelitian hanya menggunakan satu metode pengujian aktivitas antioksidan, yaitu metode DPPH, sehingga belum dapat menggambarkan aktivitas antioksidan secara menyeluruh. Kedua, penelitian ini belum melakukan isolasi atau pemurnian senyawa aktif spesifik yang berperan sebagai antioksidan dalam ekstrak daun sawi hijau, sehingga senyawa mana yang paling dominan dalam memberikan efek antioksidan belum dapat diidentifikasi secara pasti. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan tiga jenis pelarut dengan variasi kepolaran terbatas dan belum mengevaluasi pengaruh faktor lain seperti suhu, waktu maserasi, dan rasio pelarut terhadap hasil ekstraksi.

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian ini, disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan uji aktivitas antioksidan dengan beberapa metode lain, seperti FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) atau ABTS, untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Selain itu, perlu dilakukan isolasi dan karakterisasi senyawa aktif menggunakan instrumen seperti KLT, GC-MS, atau LC-MS untuk mengetahui komponen kimia utama yang bertanggung jawab terhadap aktivitas antioksidan pada ekstrak daun sawi hijau. Penelitian lanjutan juga diharapkan dapat menguji potensi toksisitas dan aktivitas biologis lain dari ekstrak etanol daun sawi hijau, sehingga dapat memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat untuk pengembangan produk berbasis bahan alam sebagai sumber antioksidan alami yang aman dan efektif bagi kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Artati, N. (2023). *Peranan antioksidan alami dalam menangkal radikal bebas pada tubuh manusia*. Jurnal Sains dan Kesehatan, 7(2), 112–120.
- Bahar, M. (2025). *Pentingnya pola makan bergizi seimbang dalam menjaga sistem kekebalan tubuh*. Jurnal Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 10(1), 25–33.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199–1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Halauddin, A. (2017). *Kajian botani dan manfaat tanaman sawi hijau (*Brassica juncea L.*) sebagai bahan pangan dan obat tradisional*. Jurnal Biologi Tropika, 15(1), 45–53.
- Herlianty, D. (2024). *Peranan sayuran sebagai sumber serat, vitamin, dan mineral bagi kesehatan tubuh*. Jurnal Ilmu Pangan dan Kesehatan, 9(2), 78–86.
- Hidayah, N. (2016). *Metode ekstraksi dan pengaruh jenis pelarut terhadap hasil ekstraksi senyawa bioaktif tanaman obat*. Jurnal Fitokimia Indonesia, 3(1), 1–10.
- Huang, Y. (2022). Glucosinolate content and its health benefits in *Brassica juncea* varieties. *Journal of Food Biochemistry*, 46(5), e14123. <https://doi.org/10.1111/jfbc.14123>
- Jafaruddin, M. (2023). *Kandungan gizi sayuran dan manfaatnya terhadap kesehatan*. Jurnal Gizi Sehat Indonesia, 8(3), 214–222.
- Jannah, R. (2024). *Uji aktivitas antioksidan fraksi etil asetat sawi ladang (*Nasturtium montanum W.*) dengan metode DPPH*. Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 12(1), 34–40.
- Khotimah, N. (2020). *Pemanfaatan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea L.*) sebagai obat tradisional untuk hipertensi dan anemia*. Jurnal Kesehatan Herbal, 5(2), 65–73.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical DPPH for estimating antioxidant

- activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(2), 211–219.
- Sari, A. P. (2023). *Kandungan pigmen dan aktivitas antioksidan pada sayuran hijau lokal Indonesia*. Jurnal Bioteknologi dan Pangan, 11(4), 302–310.
- Sari, L. M. (2024). *Analisis kandungan gizi dan serat pada sawi hijau (*Brassica juncea* L.) sebagai bahan pangan fungsional*. Jurnal Teknologi Pangan, 6(1), 55–62.
- Seli, N. (2019). *Identifikasi senyawa metabolit sekunder pada sawi putih (*Brassica chinensis* L.) dan potensi farmakologinya*. Jurnal Kimia Terapan, 5(2), 89–96.
- Verma, R., Singh, P., & Sharma, V. (2022). Phytochemical screening and antioxidant potential of *Brassica juncea* leaves extract. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 13(10), 4012–4018.
[https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.13\(10\).4012-4018](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.13(10).4012-4018)