

Korelasi Nilai SPF dan Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.)

Muhammad Fakhawarizmi^{1*}, Danang Raharjo²

¹⁻² Universitas Duta Bangsa Surakarta, Indonesia

*Penulis Korespondensi: muhammadfakhawarizmi@email.com

Abstract. Indonesia, as a tropical country, has high ultraviolet (UV) radiation intensity, which increases the risk of skin damage due to oxidative stress. This study aimed to determine the correlation between Sun Protection Factor (SPF) values and antioxidant capacity of the ethyl acetate fraction from bandotan leaves (*Ageratum conyzoides* L.). The study involved extraction by maceration using 96% ethanol, liquid-liquid fractionation, phytochemical screening, antioxidant activity testing using the ABTS method, and SPF value determination by UV-Vis spectrophotometry. The results showed that the ethyl acetate fraction exhibited the highest antioxidant activity with an IC_{50} value of 21.726 ppm (very strong category) and the highest SPF value of 23.28 (ultra protection category). Statistical analysis indicated a significant positive correlation between antioxidant capacity and SPF values, with a correlation coefficient (R) of 0.647 and a coefficient of determination (R^2) of 0.418 ($p < 0.05$). This study demonstrates that the ethyl acetate fraction of bandotan leaves has potential to be developed as a natural sunscreen ingredient with high antioxidant activity.

Keywords: ABTS; *Ageratum Conyzoides* L.; Antioxidant; Bandotan Leaves; Ultraviolet.

Abstrak. Indonesia sebagai negara tropis memiliki intensitas radiasi ultraviolet (UV) yang tinggi sehingga meningkatkan risiko kerusakan kulit akibat stres oksidatif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan korelasi antara nilai Sun Protection Factor (SPF) dan kapasitas antioksidan fraksi etil asetat daun bandotan (*Ageratum conyzoides* L.). Penelitian meliputi ekstraksi dengan maserasi menggunakan etanol 96%, fraksinasi cair-cair, skrining fitokimia, pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode ABTS, dan penentuan nilai SPF dengan spektrofotometri UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC_{50} sebesar 21,726 ppm yang termasuk kategori sangat kuat, serta nilai SPF tertinggi sebesar 23,28 yang tergolong proteksi ultra. Analisis statistik menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan antara kapasitas antioksidan dan nilai SPF dengan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,647 dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,418 ($p < 0,05$). Penelitian ini menunjukkan bahwa fraksi etil asetat daun bandotan berpotensi dikembangkan sebagai sumber bahan alami tabir surya dengan aktivitas antioksidan yang tinggi.

Kata kunci: ABTS; Antioksidan; *Ageratum Conyzoides* L.; Daun Bandotan; Ultraviolet.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia sebagai negara yang beriklim tropis dengan paparan sinar matahari yang kuat sepanjang tahun menghadapi ancaman signifikan terhadap masalah kulit akibat sinar ultraviolet (UV). Sinar UV adalah penyebab utama kerusakan pada kulit, penuaan dini (photoaging), dan kanker kulit, karena dapat meningkatkan pembentukan reactive oxygen species (ROS) yang menyebabkan stres oksidatif. Perlindungan kulit yang modern kini menekankan pentingnya kombinasi antara Sun Protection Factor (SPF) dan sifat antioksidan. Namun, banyak produk tabir surya sintetis yang hanya memberikan perlindungan fisik atau kimia tanpa cukup kandungan antioksidan. (Fitriansyah et al., 2023).

Tanaman Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) dianggap sebagai pilihan yang menjanjikan karena kaya akan senyawa metabolit sekunder. Penelitian tentang fitokimia mengungkapkan bahwa daun Bandotan memiliki kandungan flavonoid, tanin, dan alkaloid

dalam jumlah yang cukup signifikan. Senyawa flavonoid seperti kuersetin dan kamferol memiliki struktur yang mengandung gugus hidroksil fenolik yang berfungsi sebagai donor elektron, sehingga dapat menetralkan ROS secara efisien. (Prilius et al., 2025).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, fraksi etil asetat daun bandotan menunjukkan aktivitas tabir surya signifikan. Namun, hubungan antara aktivitas antioksidan dengan nilai SPF belum dianalisis secara mendalam. Fraksi etil asetat dipilih karena kemampuannya yang baik dalam mengekstrak senyawa fenolik dan flavonoid yang diduga sebagai penyumbang utama aktivitas antioksidan dan penyerapan UV. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan korelasi antara nilai SPF dan kapasitas antioksidan fraksi etil asetat daun bandotan secara *in vitro*.

2. KAJIAN TEORITIS

Tanaman Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.)

Bandotan adalah tumbuhan liar yang berasal dari keluarga Asteraceae dan dapat ditemukan di berbagai tempat di wilayah tropis. Secara tradisional, daun bandotan dimanfaatkan untuk menurunkan demam, mengatasi rematik, dan menyembuhkan luka. Beragam senyawa bioaktif telah berhasil dipisahkan dari tumbuhan ini, mencakup alkaloid, flavonoid, terpen, tanin, serta fenol yang menunjukkan berbagai aktivitas farmakologi seperti antimikroba, antiinflamasi, analgesik, dan antioksidan. (Yadav et al., 2019). Penelitian fitokimia pada ekstrak metanol daun bandotan menunjukkan kandungan fenolik dan flavonoid yang tinggi, dengan fraksi etil asetat memiliki aktivitas antioksidan terbaik dengan nilai IC_{50} sebesar 0,75 μ g/mL menggunakan metode DPPH (Ozioko et al., 2022).

Radiasi UV dan Tabir Surya

Radiasi ultraviolet adalah penyebab utama kerusakan kulit yang berasal dari luar, melalui pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS). Spektrum UV terbagi menjadi tiga kategori: UVA (320-400 nm) yang dapat menembus lebih dalam ke dalam kulit dan menyebabkan penuaan lebih awal, UVB (290-320 nm) yang berperan dalam kerusakan akibat paparan sinar matahari dan merupakan penyebab utama masalah kulit, serta UVC (200-290 nm) yang disaring oleh atmosfer. (Verma et al., 2024). Faktor Perlindungan Matahari (SPF) merupakan indikator seberapa efektif sebuah produk dalam melindungi kulit dari sinar UV, terutama sinar UVB. Nilai SPF dapat diukur secara *in vitro* dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis melalui metode Mansur.

Antioksidan dan Hubungannya dengan SPF

Antioksidan adalah senyawa yang mampu menurunkan atau mencegah proses oksidasi pada molekul lain dengan cara menetralkan radikal bebas. Cara kerja antioksidan adalah dengan mengurangi spesies oksigen reaktif (ROS) yang muncul karena radiasi UVA. Pertahanan alami antioksidan dalam tubuh, seperti superoksida dismutase dan katalase, mungkin tidak cukup efektif saat kondisi stres, sehingga penggunaan antioksidan dari luar menjadi penting untuk melindungi kulit. (Costa et al., 2023). Senyawa flavonoid dan fenolik memiliki peran yang krusial karena tidak hanya berfungsi untuk menangkap radikal bebas, tetapi juga mampu menyerap radiasi ultraviolet berkat sistem kromofor yang terkonjugasi dalam struktur aromatiknya. Ada hubungan positif antara konsentrasi flavonoid, kapasitas antioksidan, dan nilai SPF, yang menunjukkan bahwa peningkatan jumlah senyawa bioaktif akan meningkatkan perlindungan terhadap sinar UV.

Metode Uji Aktivitas Antioksidan ABTS

Metode ABTS (2,2-Azinobis(3-etil benzotiazolin)-6-asam sulfonat) merupakan salah satu cara yang sering digunakan untuk menilai aktivitas antioksidan. Pendekatan ini didasarkan pada potensi antioksidan dalam menetralkan radikal kation ABTS^{•+}. Aktivitas antioksidan dievaluasi melalui penurunan warna biru kehijauan dari larutan ABTS menjadi transparan akibat reaksi reduksi yang dilakukan oleh senyawa antioksidan. Metode ABTS memiliki beberapa keuntungan, seperti dapat digunakan dalam sistem pelarut baik yang berbasis air maupun organik, memiliki penyerapan spesifik dalam rentang visibel (734 nm), serta membutuhkan waktu reaksi yang relatif singkat. (Mastuti, 2013).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Kimia Program Studi S1 Farmasi, Universitas Duta Bangsa pada bulan November-Desember 2025. Sampel berupa daun bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) diperoleh dari Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat, dan telah dideterminasi di Laboratorium Biologi Universitas Tanjungpura dengan nomor 301/A/LB/FMIPA/UNTAN/2025. Daun bandotan segar sebanyak 1,5 kg dicuci, dirajang, dan dikeringkan di bawah sinar matahari dengan ditutupi kain hitam. Simplisia kering dihaluskan dengan blender dan diayak menggunakan ayakan mesh no. 40.

Simplisia yang diperoleh kemudian dilakukan standarisasi meliputi penetapan kadar air, kadar abu, dan susut pengeringan sesuai Farmakope Herbal Indonesia. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96% selama 3×24 jam dengan

pengadukan berkala. Ekstrak cair hasil maserasi disaring dan dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental kemudian difraksinasi dengan metode ekstraksi cair-cair menggunakan pelarut n-heksana, etil asetat, dan air secara berurutan. Fraksi yang diperoleh diuapkan untuk menghilangkan sisa pelarut.

Skrining fitokimia dilakukan pada ekstrak etanol dan semua fraksi untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder meliputi alkaloid (reagen Mayer dan Wagner), flavonoid (Mg + HCl), tanin (FeCl₃ 1%), saponin (uji busa), steroid dan terpenoid (Liebermann-Burchard). Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode ABTS. Larutan ABTS 7 mM direaksikan dengan kalium persulfat 2,45 mM dan diinkubasi selama 12-16 jam dalam kondisi gelap untuk menghasilkan radikal ABTS•+. Panjang gelombang maksimum ditentukan pada rentang 700-750 nm dan operating time ditentukan menggunakan standar kuersetin. Sampel dengan berbagai konsentrasi (5, 10, 15, 20, dan 25 ppm) direaksikan dengan larutan ABTS•+ dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Nilai IC₅₀ dihitung menggunakan persamaan regresi linear antara konsentrasi dan persen inhibisi. Uji nilai SPF dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada rentang panjang gelombang 290-320 nm dengan interval 5 nm. Sampel dengan berbagai konsentrasi (5, 10, 15, 20, dan 25 ppm) dibuat dalam metanol p.a. Nilai SPF dihitung menggunakan persamaan Mansur: $SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$, dimana CF adalah faktor koreksi (10), EE adalah spektrum efek eritema, I adalah spektrum intensitas cahaya matahari, dan Abs adalah absorbansi sampel.

Analisis korelasi antara aktivitas antioksidan dan nilai SPF dilakukan menggunakan regresi linear sederhana dengan software SPSS 25. Uji signifikansi dilakukan dengan uji F pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Standarisasi Simplisia dan Ekstraksi

Simplisia daun bandotan yang diperoleh memiliki rendemen sebesar 24%, yang telah memenuhi persyaratan (>10%). Hasil standarisasi simplisia menunjukkan kadar air 6,4% (b/b), kadar abu 8,97%, dan susut pengeringan 5,77%, yang semuanya memenuhi persyaratan Farmakope Herbal Indonesia (kadar air <11,4%, kadar abu <13%, susut pengeringan <10%). Ekstraksi dengan metode maserasi menghasilkan ekstrak kental dengan rendemen 18,52%. Kadar air ekstrak sebesar 9,12% menunjukkan bahwa ekstrak cukup kering dan dapat disimpan dengan baik.

Fraksinasi ekstrak etanol menghasilkan tiga fraksi dengan rendemen yang berbeda. Fraksi n-heksana memiliki rendemen 14,86%, fraksi etil asetat 31,62%, dan fraksi air 38,44%. Fraksi etil asetat menunjukkan rendemen yang cukup tinggi, mengindikasikan bahwa sejumlah besar senyawa semi-polar dapat terekstrak pada fraksi ini.

Skrining Fitokimia

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan fraksi mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder. Fraksi etil asetat positif mengandung alkaloid (uji Mayer dan Wagner), flavonoid, saponin, tanin, steroid, dan terpenoid. Kandungan senyawa yang lengkap pada fraksi etil asetat mengindikasikan bahwa pelarut etil asetat efektif dalam mengekstrak senyawa-senyawa semi-polar, khususnya flavonoid dan senyawa fenolik yang berperan penting dalam aktivitas antioksidan dan fotoproteksi.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak dan Fraksi Daun Bandotan.

Golongan	Pereaksi	Ekstrak Etanol	Fraksi Etil Asetat	Fraksi Air
Alkaloid	Mayer	+	+	-
	Wagner	+	+	+
Flavonoid	Mg + HCl	+	+	+
Saponin	Aquadest	-	+	-
Tanin	FeCl ₃	+	+	+
Steroid	Liebermann-Burchard	-	+	+
Terpenoid	Liebermann-Burchard	-	+	+

Aktivitas Antioksidan Metode ABTS

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan pada rentang 700-750 nm dan diperoleh hasil 730 nm. Operating time ditentukan menggunakan kuersetin 15 ppm dan diperoleh waktu inkubasi optimal selama 12 menit. Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC₅₀ sebesar 21,726 ± 0,160 ppm yang termasuk kategori sangat kuat (IC₅₀ <50 ppm). Nilai ini bahkan lebih baik dibandingkan ekstrak etanol yang memiliki IC₅₀ sebesar 55,240 ± 0,585 ppm (kategori kuat). Fraksi air menunjukkan aktivitas antioksidan dengan IC₅₀ 53,575 ± 0,307 ppm (kategori kuat), sedangkan fraksi n-heksana memiliki IC₅₀ paling tinggi yaitu 153,354 ± 12,932 ppm (kategori sedang).

Aktivitas antioksidan yang tinggi pada fraksi etil asetat dapat dijelaskan berdasarkan hasil skrining fitokimia yang menunjukkan kandungan flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik yang tinggi. Senyawa-senyawa ini memiliki gugus hidroksil fenolik yang berfungsi sebagai pendonor atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas ABTS•+. Struktur aromatik dan sistem terkonjugasi pada flavonoid meningkatkan stabilitas radikal yang terbentuk setelah donasi hidrogen, sehingga meningkatkan efektivitas antioksidan.

Tabel 2. Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Daun Bandotan Metode ABTS.

Sampel	IC ₅₀ (ppm)	Kategori
Kuersetin	9,249 ± 0,086	Sangat Kuat
Ekstrak Etanol	55,240 ± 0,585	Kuat
Fraksi Etil Asetat	21,726 ± 0,160	Sangat Kuat
Fraksi Air	53,575 ± 0,307	Kuat

Nilai Sun Protection Factor (SPF)

Hasil pengujian nilai SPF menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki nilai SPF tertinggi sebesar 23,28 pada konsentrasi 25 ppm, yang termasuk dalam kategori proteksi ultra (SPF 15-30). Ekstrak etanol menunjukkan nilai SPF 21,18 (kategori ultra), fraksi n-heksana 14,38 (kategori maksimal, SPF 8-15), dan fraksi air 14,13 (kategori maksimal). Nilai SPF meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi, sesuai dengan Hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi.

Nilai SPF yang tinggi pada fraksi etil asetat berkaitan erat dengan kandungan senyawa flavonoid dan fenolik yang tinggi. Senyawa-senyawa ini memiliki sistem kromofor berupa ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur aromatikanya yang mampu menyerap radiasi UV pada rentang panjang gelombang UVB (290-320 nm). Ketika molekul flavonoid menyerap energi foton UV, terjadi transisi elektron dari tingkat energi dasar ke tingkat tereksitasi, sehingga mengurangi intensitas radiasi yang mencapai kulit. Selain itu, gugus hidroksil pada cincin aromatik meningkatkan kemampuan penyerapan UV dan stabilitas molekul setelah eksitasi.

Tabel 3. Nilai SPF Ekstrak dan Fraksi Daun Bandotan.

Sampel	Nilai SPF (25 ppm)	Kategori
Ekstrak Etanol	21,18	Proteksi Ultra
Fraksi N-Heksana	14,38	Proteksi Maksimal
Fraksi Etil Asetat	23,28	Proteksi Ultra
Fraksi Air	14,13	Proteksi Maksimal

Korelasi Antioksidan dan Nilai SPF

Analisis korelasi menggunakan regresi linear sederhana menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara aktivitas antioksidan (dinyatakan sebagai nilai IC₅₀) dengan nilai SPF. Hasil analisis menunjukkan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,647 dan koefisien determinasi (R²) sebesar 0,418, yang berarti 41,8% variasi nilai SPF dapat dijelaskan oleh aktivitas antioksidan, sedangkan 58,2% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

Uji signifikansi menggunakan uji F menghasilkan nilai F hitung sebesar 12,947 dengan nilai signifikansi 0,002 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa model regresi yang dibangun signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat korelasi yang bermakna antara kapasitas antioksidan dengan kemampuan fotoproteksi fraksi etil asetat daun bandotan.

Hubungan positif ini dapat dijelaskan berdasarkan karakteristik kimia senyawa bioaktif yang terkandung dalam fraksi etil asetat. Flavonoid seperti kuersetin dan kamferol, serta senyawa fenolik lainnya, memiliki fungsi ganda: (1) sebagai antioksidan melalui donasi elektron untuk menetralkan radikal bebas, dan (2) sebagai agen fotoprotektif melalui penyerapan radiasi UV akibat sistem kromofor terkonjugasi. Gugus hidroksil (-OH) pada senyawa fenolik dan sistem cincin terkonjugasi pada flavonoid memungkinkan terjadinya penyerapan energi cahaya UV melalui transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$, sehingga memberikan perlindungan ganda terhadap kerusakan kulit akibat radiasi UV dan stres oksidatif.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan korelasi positif antara kandungan antioksidan dan nilai SPF pada berbagai ekstrak tanaman. Semakin tinggi kapasitas antioksidan suatu ekstrak, semakin besar pula kemampuannya dalam memberikan perlindungan UV, yang tercermin dari peningkatan nilai SPF.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fraksi etil asetat daun bandotan memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC_{50} sebesar 21,726 ppm (kategori sangat kuat) dan nilai SPF tertinggi sebesar 23,28 (kategori proteksi ultra), dengan terdapat korelasi positif yang signifikan antara aktivitas antioksidan dan nilai SPF yang ditunjukkan oleh koefisien korelasi (R) sebesar 0,647 dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,418 ($p < 0,05$), sehingga fraksi etil asetat daun bandotan berpotensi dikembangkan sebagai sumber bahan alami tabir surya dengan aktivitas antioksidan yang tinggi. Perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa formulasi sediaan topikal (krim atau lotion) yang mengandung fraksi etil asetat daun bandotan, dilanjutkan dengan uji stabilitas, iritasi kulit, dan efektivitas *in vivo* untuk mengevaluasi potensi aplikasinya sebagai produk fotoprotektif yang aman dan efektif, serta identifikasi dan isolasi senyawa aktif spesifik yang bertanggung jawab terhadap aktivitas antioksidan dan fotoproteksi untuk memahami mekanisme kerja secara lebih mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Duta Bangsa Surakarta atas fasilitas laboratorium yang telah disediakan untuk mendukung penelitian ini. Artikel ini merupakan bagian dari skripsi yang telah diselesaikan oleh penulis pertama dengan bimbingan penulis kedua.

DAFTAR REFERENSI

- Adeoye, A. (2023). Phytochemical, proximate and in-vitro antioxidant analyses of *Ageratum conyzoides* leaf. *Open Journal of Agricultural Science (OJAS)*, 4(2), 17–28.
- Asha, D., Dani, M., Dhyanaputri, I. G. A., Habbah, N., & Dharmawati, A. G. (2024). International conference on the effectiveness of SPF (sun protector factor) value in emulgel preparations based on Balinese mangosteen peel (*Garcinia mangostana* L.). *eJournal Poltekkes Denpasar*, 2, 333–343.
- Athiyah, M., Ahmad, I., & Rijai, L. (2015). Aktivitas tabir surya ekstrak akar bandotan (*Ageratum conyzoides* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(4), 181–187.
- Ayu, I. P. W., Udayani, N. N. W., & Putri, G. A. (2024). Artikel review: Peran antioksidan flavonoid dalam menghambat radikal bebas. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 6, 188–197.
- Costa, S. C., Detoni, C. B., Branco, C. R., Botura, M. B., & Branco, A. (2023). In vitro photoprotective effects of *Mangifera indica* L. extract in different organic solvents. *Industrial Crops and Products*, 194, 116234. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116234>
- Depkes RI. (2017). Farmakope herbal edisi 2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Fitri, H. A. (2025). Analisis korelasi nilai SPF dan kandungan senyawa polifenol total ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) dan telang (*Clitoria ternatea* L.). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 10(1), 99–115.
- Fitriansyah, S. N., Fadhilah, S., Ruslan, K., Hartati, R., & Fidrianny, I. (2023). Antioxidant activity and sun protection factor of different parts of Sawo Walanda (*Pouteria campechiana* [Kunth.] B.) extract. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 5(2), 207–214.
- Hartono, K., Hidayat, T. S., Azzahra, Y. A., & Azmiyanti, I. (2025). Formulasi dan evaluasi fisik sediaan spray gel ekstrak daun bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) sebagai pengobatan luka bakar. *Journal of Holistic and Health Sciences*, 8, 95–112.
- Irma, D., Savitri, S., Anwar, K., & Damayanti, K. (2024). Uji aktivitas antioksidan fraksi etil asetat buah kemukus (*Piper cubeba* L.) menggunakan metode ABTS serta penetapan kadar fenolik dan flavonoid total. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 13(3), 323–332.
- Mastuti. (2013). Ekstraksi dan uji kestabilan warna pigmen antosianin dari bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai bahan pewarna makanan. In *Simposium Nasional RAPI XII*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nafiah, S. R., Fitraneti, E., Rizal, Y., Primawati, I., & Hamama, D. A. (2024). Pengaruh paparan sinar ultraviolet terhadap kesehatan kulit dan upaya pencegahannya: Tinjauan literatur. *Scientific Journal*, 3, 185–194.
- Nurhidayah, N., Diniatik, D., & Nurulita, N. A. (2022). Antioxidant activity, sun protection factor (SPF), and total phenolic and flavonoid contents from purified extract of *Stelechocarpus burahol* (Bl.) Hook. f. & Th. leaves and its classification with

- chemometrics. *International Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 18(3), 179–185.
- Ozioko, P. C., Muhammad, Y. Y., & Ibrahim, A. (2022). *Ageratum conyzoides* methanol leaf extract: Phytochemicals with antidiabetic potential via antioxidant activity. *Asian Journal of Biochemistry*, 17, 15–24. <https://doi.org/10.3923/ajb.2022.15.24>
- Prilius, N., Candrika, F. D., Nababan, J. A. S., Filda, N. F., Arini, N. Y., Sari, R. I., & Ratnasari, E. D. M. (2025). Identifikasi senyawa flavonoid terhadap genus *Citrus* dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Intelek dan Cendekiawan Nusantara*, 4510–4518.
- Putri, C. A., Patricia, V. M., & Suarantika, F. (2025). Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun babandotan (*Ageratum houstonianum*) menggunakan metode DPPH. *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 5(2), 1–8.
- Rollando, R., Siska, S., & Raharjo, D. (2025). Penetapan kadar flavonoid total dan uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) dengan metode DPPH. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 12(1), 45–52.
- Verma, A., Zanoletti, A., Yusuff, K., Bashir, K., & Kumar, P. (2024). Skin protection from solar ultraviolet radiation using natural compounds: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 22(1), 273–295. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01661-6>
- Xu, Y., Bi, R., & Li, Y. (2023). Effects of anthropogenic and natural environmental factors on the spatial distribution of trace elements in agricultural soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 249, 114436.
- Yadav, N., Garg, V. K., Chhillar, A. K., & Rana, J. S. (2019). Potential role of *Ageratum conyzoides* in the amelioration of Alzheimer's disease. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 39(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10571-018-0624-7>
- Yanuarti, R., Nurjanah, Anwar, E., & Hidayat, T. (2017). Profil fenolik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Turbinaria conoides* dan *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 20(2), 230–237.