



AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI SAYUR PAKCOY (*BRASSICA RAPA SUBSP. CHINENSIS*) BERBAGAI JENIS TANAM MENGGUNAKAN METODE DPPH

Henny Erina Saurmauli Ompusunggu^{1✉}, Priskila Meilorika Daeli²

^{1,2}Fakultas Kedokteran Universitas HKBP Nommensen
ompusunggu.henny@gmail.com

Abstrak

Radikal bebas merupakan senyawa yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan dan bersifat tidak stabil sehingga sangat reaktif yang menyebabkan stres oksidatif, karena keadaan ini membuat tubuh butuh antioksidan secara endogen dan eksogen yang dapat diperoleh dari bahan pangan alami seperti sayur pakcoy (*Brassica rapa subsp. Chinensis*) berbagai jenis tanam : organik, hidroponik dan nonorganik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana aktivitas antioksidan ekstrak sari murni sayur pakcoy berbagai jenis tanam yang diolah dengan pemanasan. Desain penelitian ini adalah eksperimental laboratorium murni dengan melakukan pemeriksaan flavonoid dan pengamatan aktivitas antioksidan dengan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm untuk organik dan hidroponik serta konsentrasi 150 ppm, 300 ppm, 450 ppm, 600 ppm, 750 ppm untuk nonorganik menggunakan metode DPPH yang disesuaikan berdasarkan klasifikasi nilai IC_{50} dan dilakukan dua kali pengulangan pada spektrofotometer UV-Vis. Sayur pakcoy terbukti mengandung senyawa antioksidan dari hasil flavonoid terjadi perubahan warna dari hijau ke merahbata (organik), kuning keemasan (hidroponik) maupun kuning kehijauan (nonorganik) yang menandakan positif. Berdasarkan klasifikasi nilai IC_{50} sayur pakcoy organik (418 ppm) termasuk dalam kategori lemah, sayur pakcoy hidroponik (536 ppm) dan sayur pakcoy nonorganik (1318 ppm) termasuk dalam kategori sangat lemah. Sayur pakcoy berperan sebagai antioksidan dan memiliki manfaat lain seperti mengurangi rasa gatal saat batuk, melancarkan pencernaan, serta mengandung vitamin A, B, C, Fe.

Kata Kunci: radikal bebas; antioksidan; sayur pakcoy berbagai jenis tanam; flavonoid

Abstract

Free radicals are compounds that contain one or more unpaired electrons that are unstable so that they are very reactive and cause oxidative stress, because this situation makes the body need endogenous and exogenous antioxidants obtained from natural foods such as pakcoy vegetables (*Brassica rapa subsp. Chinensis*) of various types of planting: organic, hydroponic and nonorganic. The purpose of this study was to determine how the antioxidant activity of pure juice extract of pakcoy vegetables of various types planting that are processed by heating. The design of this study was a pure laboratory experiment by examining flavonoids and observing antioxidant activity with concentrations of 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm for organic and hydroponic and concentrations of 150 ppm, 300 ppm, 450 ppm, 600 ppm, 750 ppm for nonorganic using the DPPH method which was adjusted based on the classification of IC_{50} values and carried out two repetitions on a UV-Vis spectrophotometer. Pakcoy vegetables are proven to contain antioxidant compounds from flavonoids results in a color change from green to brick red (organic), golden yellow (hydroponic) an greenish yellow (nonorganic) which indicate positive. Based on the classification of IC_{50} values, organic pakcoy vegetables (418 ppm) are included in the weak category, hydroponic pakcoy vegetables (536 ppm) and nonorganic pakcoy vegetables (1318 ppm) are included in the very weak category. Pakcoy vegetables act as antioxidants and have other benefits such as reducing itching when coughing, improving digestion, and containing vitamins A, B, C, Fe.

Keywords: free radicals; antioxidants; pakcoy vegetables of various planting types; flavonoids

PENDAHULUAN

Radikal bebas merupakan senyawa yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan dan bersifat tidak stabil sehingga sangat reaktif. Radikal bebas dapat diperoleh secara endogen yang berasal dari sisa metabolisme tubuh, dikenal juga dengan sebutan *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Reni Yusliati, 2018). Secara eksogen diperoleh dari asap rokok, polusi, alkohol, makanan, penyakit infeksi seperti Tuberkulosis, HIV/AIDS dan lain sebagainya (Rusmansyah et al., 2022). Hal ini dapat menimbulkan inflamasi atau peradangan yang menjadi pencetus adanya proses oksidasi dan tubuh memproduksi radikal bebas misalnya superoksida (Parwata, 2016). Superoksida berubah menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) dan direproduksi menjadi radikal hidroksil ($*OH$) dan senyawa ini dapat merusak sel. Ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan endogen disebut stres oksidatif. Tubuh perlu antioksidan untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah terjadi stres oksidatif (Maharani et al., 2021).

Antioksidan dapat diproduksi oleh tubuh (endogen) berupa enzim misalnya superoksida dismutase, katalase, dan glutathione peroksidase. Namun untuk mencegah terjadi stres oksidatif, tubuh perlu antioksidan tambahan didapat dari luar tubuh (eksogen) dengan mengonsumsi makanan dan minuman yang berasal dari bahan pangan alami (Parwata, 2016). Indonesia termasuk negara tropis yang kaya akan sumber daya alam terlebih bahan pangan alami seperti buah-buahan, kacang-kacangan, sayur-sayuran dan sebagainya. Salah satu sayuran yang termasuk banyak mengandung antioksidan yaitu sayuran kubis dari famili *Brassicaceae*, salah satunya adalah sayur pakcoy (*Brassica rapa subsp. Chinensis*) (Jayanti, 2020).

Masyarakat biasanya mengonsumsi sayuran ini sebagai lalapan atau campuran masakan. Sayur pakcoy selain mengandung antioksidan, sayur ini memiliki manfaat lain untuk tubuh misalnya melancarkan pencernaan, mengurangi rasa gatal saat batuk, dikatakan dari penelitian oleh Waryat (2020) terdapat 1,94 mg vitamin A, 0,09 mg vitamin B, 102 mg vitamin C dan 2,9 mg Fe pada setiap 100 g pakcoy (Balqis Thoyyib et al., 2023; Waryat & Handayani, 2020).

Penelitian oleh Indah Dwikartika (2021) dengan judul Skrining fitokimia ekstrak etanol daun pakcoy (*Brassica rapa subsp. Chinensis*) dan uji antioksidan menggunakan metode 2,2-

diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) didapatkan hasil aktivitas antioksidan dalam sayur pakcoy sesuai nilai IC_{50} adalah sedang (Dwikartika, 2021). Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka peneliti tertarik untuk mengetahui gambaran aktivitas antioksidan dari ekstrak sari murni sayur pakcoy (*Brassica rapa subsp. Chinensis*) berbagai jenis tanam.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana aktivitas antioksidan pada sayur pakcoy (*Brassica rapa subsp. Chinensis*) jenis tanam organik, hidroponik dan nonorganik.

METODE

Desain pada penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium murni yang dilakukan di laboratorium Farmasi Analisis Universitas Sumatera Utara dengan melakukan pengamatan aktivitas antioksidan pada sayur pakcoy (*Brassica rapa subsp. Chinensis*) dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah antioksidan dan variabel terikat adalah ekstrak sari murni sayur pakcoy berbagai jenis tanam. Penelitian dilaksanakan pada 21 September-5 Oktober 2023.

Sampel

Ekstrak sari murni sayur pakcoy berbagai jenis tanam yaitu organik, hidroponik dan nonorganik dengan melakukan dua kali pengulangan.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah aluminium foil, batang pengaduk, beaker glass, *juice extractor*, bola hisap, corong gelas, gelas ukur, kertas perkamen, kertas saring, labu ukur 5ml ; 25ml ; 100ml, matt pipet, neraca analitik, pipet tetes, spuit 1ml ; 3ml, tisu, serbet, spatula, cawan, hotplate, oven, spektrofotometer UV-Vis, panci listrik. Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah ekstrak sari murni sayur pakcoy (*Brassica rapa subsp. chinensis*) kental, larutan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), metanol p.a, etanol, HCl pekat, amyl alkohol, bubuk magnesium, air panas mendidih.

Penentuan Operating Time

Tujuan operating time untuk menentukan lama waktu pengukuran stabil sampel dalam mereduksi radikal bebas DPPH hingga bereaksi sempurna dan

berubah warna. Instrumen yang digunakan yaitu spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 400-800 nm, dimana operating time ditentukan oleh panjang gelombang maksimum dengan interval waktu 1 menit berdasarkan waktu nilai absorbansi mulai stabil, hal ini dilakukan selama 30-60 menit (Agustiarini & Wijaya, 2022; Ramadhani et al., 2020; Rizki Febrianti et al., 2021).

Penentuan IC₅₀

Berdasarkan buku Prinsip Dasar Pemeriksaan Radikal Bebas dan Antioksidan oleh Yulianti (2018) adapun klasifikasi antioksidan IC₅₀ dibagi menjadi : <50 ppm (sangat kuat) 50-100 ppm (kuat), 101-250 ppm (sedang), 250-500 ppm (lemah), > 500 ppm (sangat lemah) (Yulianti et al., 2018).

Prosedur Kerja

1. Survey dan membeli sayur pakcoy di pasar tradisional dan swalayan.
2. Pembersihan sayur pakcoy dengan air mengalir secara berulang-ulang lalu ditiriskan agar bebas dari debu, kotoran dan tanah.
3. Persiapan sampel dengan menghaluskan sayur menggunakan *juice extractor*, kemudian disaring dengan kertas saring pada cawan lalu panaskan dengan hotplate hingga sedikit kering, kemudian tambah etanol secukupnya dan tunggu 3 menit, lalu saring dan panaskan lagi hingga ekstrak mengental. Timbang ekstrak sebanyak 3 kali dengan masing-masing sampel 25 mg.
4. Uji flavonoid :
15 ml ekstrak sari murni sayur pakcoy ditambah 0,2 g serbuk Mg dan beri HCl pekat sebanyak 2 tetes dan 3 tetes amyl alkohol lalu aduk. Bila terjadi perubahan warna maka positif mengandung antioksidan yaitu senyawa flavonoid (Handayani et al., 2023).
5. Uji aktivitas antioksidan :
 - a. Pembuatan larutan DPPH dengan konsentrasi 200 ppm. Timbang DPPH sebanyak 20 mg yang dimasukkan ke labu ukur 100 ml lalu tambah metanol p.a untuk melarutkannya hingga garis tanda (Indarti, 2023).
 - b. Pembuatan larutan DPPH dengan konsentrasi 40 ppm untuk penentuan operating time. Ambil 5 ml larutan

DPPH konsentrasi 200 ppm, masukkan ke labu ukur 25 ml dan tambahkan metanol p.a hingga garis tanda (Indarti, 2023).

- c. Pembuatan larutan induk sampel uji. Sampel yang telah ditimbang sebanyak 25 mg masukkan ke dalam labu ukur 25 ml dan tambahkan metanol hingga garis tanda (Indarti, 2023).
- d. Uji peredaman radikal bebas dengan sampel ekstrak sari murni sayur pakcoy organik dan hidroponik, dilakukan dengan larutan induk dipipet menggunakan spuit 1 ml dan 3 ml sebanyak 0,5 ml, 1 ml, 1,5 ml, 2 ml, 2,5 ml kemudian dimasukkan ke dalam 5 buah labu ukur 5 ml (untuk mendapatkan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm), kemudian dalam masing-masing labu ukur ditambahkan 1 ml larutan DPPH konsentrasi 200 ppm lalu volume dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda, hal ini dilakukan untuk sampel pengulangan dan diinkubasi selama 30 menit pada ruang gelap, lalu diukur serapannya pada spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (Dwikartika, 2021).
- e. Uji peredaman radikal bebas dengan sampel ekstrak sari murni sayur pakcoy nonorganik, dilakukan dengan larutan induk dipipet sebanyak 0,75 ml, 1,5 ml, 2,25 ml, 3ml, 3,75 ml kemudian dimasukkan ke dalam 5 buah labu ukur 5 ml (untuk mendapatkan konsentrasi 150 ppm, 300 ppm, 450 ppm, 600 ppm, 750 ppm), kemudian dalam masing-masing labu ukur ditambahkan 1 ml larutan DPPH konsentrasi 200 ppm lalu volume dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda, hal ini dilakukan untuk sampel pengulangan dan diinkubasi selama 30 menit pada ruang gelap, lalu diukur serapannya pada spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (Indarti, 2023).
- f. Perhitungan nilai IC₅₀ menggunakan rumus (Indarti, 2023):

% Peredaman DPPH: $\frac{\text{absorbansi kontrol} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100$

absorbansi kontrol
Kemudian dari hasil yang didapatkan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai IC₅₀:

$$a = \frac{(\sum XY) - (\frac{\sum X \cdot \sum Y}{n})}{(\sum X^2 - (\frac{(\sum X)^2}{n}))}$$

$$b = \bar{Y} - a\bar{X}$$

rumus nilai IC₅₀ y = ax + b

HASIL DAN PEMBAHASAN

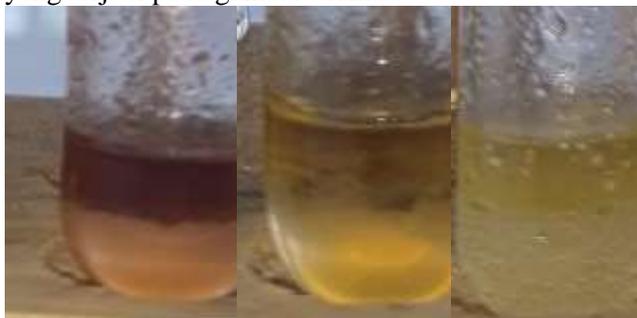
Flavonoid

Pada tabel 1 hasil uji flavonoid pada sayur pakcoy berbagai jenis tanam organik, hidroponik dan nonorganik.

Tabel 1 Hasil Uji Flavonoid

Uji Flavonoid Kualitatif	Pereaksi	Perubahan	Hasil Uji
Flavonoid sayur pakcoy organik	Mg + HCl pekat + Amyl alkohol	Hijau→merah bata	+
Flavonoid sayur pakcoy hidroponik	Mg + HCl pekat + Amyl alkohol	Hijau→kuning keemasan	+
Flavonoid sayur pakcoy nonorganik	Mg + HCl pekat + Amyl alkohol	Hijau→kuning kehijauan	+

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat perubahan warna yang terjadi pada gambar berikut:



Gambar 1 Organik (kiri), Hidroponik (tengah) dan Nonorganik (kanan)

Sayur pakcoy organik mengalami perubahan warna menjadi merah bata, sayur pakcoy hidroponik mengalami perubahan warna menjadi kuning keemasan, dan sayur pakcoy nonorganik menjadi kuning kehijauan yang artinya positif flavonoid (Mailuhu et al., 2017).

Terjadinya perubahan warna akibat terbentuknya garam flavilium, dimana pereaksi bubuk magnesium mereduksi senyawa flavonoid lalu amyl alkohol akan mengikat senyawa flavonoid dan ketika ditambahkan HCl pekat maka menghidrolisis flavonoid menjadi aglikon sehingga menghasilkan buih dengan intensitas yang banyak (Mailuhu et al., 2017).

Aktivitas Antioksidan

Setelah melakukan penentuan operating time selama 30 menit, didapat absorbansi kontrol DPPH pada penelitian ini adalah 1,067 dengan panjang gelombang maksimum 516 nm. Hasil ini dikatakan bahwa panjang gelombang ini termasuk dalam kisaran sinar tampak yaitu 400-800 nm serta termasuk dalam rentang panjang gelombang DPPH yang baik untuk penelitian menggunakan spektrofotometer UV-Vis yaitu 512-520 nm (Suhartati, 2017).

Analisis aktivitas antioksidan ekstrak sari murni sayur pakcoy organik dan hidroponik dengan masing-masing konsentrasi sampel 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm dan konsentrasi ekstrak sari murni sayur pakcoy nonorganik 150 ppm, 300 ppm, 450 ppm, 600 ppm, 750 ppm yang dilakukan 2 kali pengulangan pada spektrofotometer UV-Vis. Kemudian dilakukan perhitungan besar % peredaman DPPH dan didapatkan hasil terjadi penurunan nilai absorbansi setiap kenaikan konsentrasi yang berarti semakin kecil nilai absorbansi maka semakin besar kemampuan antioksidan sayur pakcoy dalam mereduksi DPPH (Dwikartika, 2021).

Perubahan warna DPPH yang telah dinetralisir antioksidan sampel dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2 perubahan warna sampel Organik (kiri), Hidroponik (tengah), Nonorganik (kanan). Konsentrasi dibaca dari kiri ke kanan

Pada gambar 2 terlihat perubahan warna sesuai dengan konsentrasi masing-masing sampel yaitu konsentrasi sayur pakcoy organik dan hidroponik 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm, serta konsentrasi sayur pakcoy nonorganik 150 ppm, 300 ppm, 450 ppm, 600 ppm dan 750 ppm dapat diketahui bahwa sayur pakcoy organik, hidroponik dan nonorganik mengandung senyawa antioksidan (Indarti, 2023).

Hasil nilai IC₅₀ sayur pakcoy berbagai jenis tanam organik, hidroponik dan nonorganik dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Nilai IC₅₀

Larutan Uji	Nilai IC ₅₀ (µg/ml) / (ppm)
Ekstrak Sari Murni Pakcoy Organik	418
Ekstrak Sari Murni Pakcoy Hidroponik	536
Ekstrak Sari Murni Pakcoy Nonorganik	1318

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui pada penelitian ini sifat antioksidan berdasarkan klasifikasi antioksidan oleh Yulianti (2018) sayur pakcoy organik dikategorikan lemah dan sayur pakcoy hidroponik dan nonorganik dikategorikan sangat lemah. Semakin kecil nilai IC₅₀ menandakan semakin kuat sifat antioksidannya. Meskipun sayur pakcoy nonorganik mendapatkan nilai IC₅₀ > 1000 ppm yang berarti senyawa kurang aktif namun masih berpotensi sebagai senyawa antioksidan yang aktif dalam menetralkan radikal bebas (Apriani & Pratiwi, 2021). Berbeda dengan hasil aktivitas antioksidan sayur pakcoy dari penelitian sebelumnya oleh Indah Dwikartika (2021) didapatkan hasil 131,181 ppm dikategorikan sedang (Dwikartika, 2021).

Faktor yang mempengaruhi hasil aktivitas antioksidan pada penelitian ini sehingga beda dengan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan ekstrak sari murni dan juga pada proses ekstraksi, dimana penelitian ini menggunakan cara panas yang dilakukan dengan memanaskan sampel, sedangkan penelitian sebelumnya melakukan cara dingin yaitu maserasi yang dilakukan dengan merendam sampel menggunakan pelarut etanol pada suhu kamar dalam waktu lama sehingga

menghindari terjadi degradasi senyawa yang sensitif terhadap suhu tinggi (Dwikartika, 2021).

Dari penelitian ini terbukti sayur pakcoy berbagai jenis tanam yaitu organik, hidroponik dan nonorganik mengandung senyawa antioksidan untuk menetralkan radikal bebas yang dimana sayur pakcoy organik lebih kuat sifat antioksidan dibandingkan sayur hidroponik dan nonorganik berdasarkan klasifikasi nilai IC₅₀. Petani Indonesia mengikuti perkembangan zaman telah berhasil menemukan metode modern seperti hidroponik dan nonorganik yang menggunakan pupuk kimia untuk memenuhi kebutuhan permohonan pangan pasar yang tinggi, namun sayur pakcoy organik yang mengandalkan bahan-bahan alami lebih baik dikonsumsi oleh masyarakat dan sayur pakcoy juga terbukti memiliki banyak manfaat untuk tubuh (Mpaing et al., 2022).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini telah terbukti sayur pakcoy berbagai jenis tanam yaitu organik, hidroponik dan nonorganik terbukti mengandung senyawa antioksidan. Pada hasil uji flavonoid terjadi perubahan warna yang berarti positif dan hasil aktivitas antioksidan sesuai dengan klasifikasi nilai IC₅₀ sayur pakcoy organik dikategorikan lemah, sayur pakcoy hidroponik dan nonorganik dikategorikan sangat lemah (tabel 2). Adapun saran dari peneliti untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat menyempurnakan penelitian ini dengan melihat jenis senyawa atau metabolik lain yang dapat mengganggu senyawa antioksidan dan saran untuk masyarakat diharapkan mengonsumsi sayur pakcoy organik untuk mendapatkan senyawa antioksidan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiarini, V., & Wijaya, D. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol-Air (1:1) Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) dengan Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal Penelitian Sains*, 24(1), 29–32. <https://doi.org/10.56064/jps.v24i1.679>
- Apriani, S., & Pratiwi, F. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Menggunakan Metode DPPH (2,2 Diphenyl 1-1 Pickrylhydrazyl). *Jurnal Ilmiah Kohesi*, 5(3).
- Balqis Thoyyib, Z., Budi, E., & Putri, P. (2023). Karakteristik Kimia dan Uji Daya Terima

- Berdasarkan Perbedaan Formula pada Stick Pakcoy (*Brassica Chinensis* L). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi (Journal of Food Technology and Nutrition)*, 22(1), 16–26. <http://jurnal.wima.ac.id/index.php/JTPG/article/view/4100>
- Dwikartika, I. (2021). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *Chinensis*) dan Uji Antioksidan Menggunakan Metode DPPH. *Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu*, 1–5.
- Handayani, D. E., Yanuarti, R., & Hidayat, F. (2023). Sayuran Kale (*Brassica oleracea* L.) yang Berasal dari Pasar dan Hidroponik dengan Metode DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). *ISTA Online Technology Jurnal*, 04(01).
- Indarti, V. (2023). Pengaruh Tingkat Kepolaran Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Gagatan Harimau (*Vitis gracilis* BL). *Fakultas Farmasi USU*, 0(1).
- Jayanti, K. D. (2020). The Effect Of Various Media On The Growth And Yield Of Pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *Chinensis*). *Jurnal Bioindustri*, 03(01), 580–588.
- Maharani, A. I., Riskierdi, F., Febriani, I., Kurnia, K. A., Rahman, N. A., Ilahi, N. F., & Farma, S. A. (2021). Peran Antioksidan Alami Berbahan Dasar Pangan Lokal dalam Mencegah Efek Radikal Bebas. *Prosiding Seminar Nasional Bio*, 1(2), 390–399.
- Mailuhu, M., RUntuwene, M. R. ., & Koleangan, H. S. . (2017). Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Batang Soyogik (*Saurauia bracteosa* DC). *Chemistry Progress*, 10(1).
- Mpaing, E., Pudjiastuti, S. S. ., & Nikolaus, S. (2022). Analisis Kelayakan Finansial Sayuran Organik Di Ekopastoral Kelurahan Pagal Kecamatan Cibai Kabupaten Manggarai. *Buletin Ilmiah IMPAS*, 23(1), 53.
- Parwata, M. O. A. (2016). Antioksidan. In *Kimia Terapan Program Pascasarjana Universitas Udayana*.
- Ramadhani, N., Samudra Giri, A., & Wati Indah Pratiwi, L. (2020). Analisis Penetapan Kadar Flavonoid Sari Jeruk Kalamansi (*Citrofortunella microcarpa*) Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 6(1). <http://www.jurnal-pharmaconmw.com/jmpi/index.php/jmpi/article/view/57>
- Reni Yusliati, E. (2018). *Pengantar radikal bebas dan antioksidan* (1st ed.). Deepublish.
- Rizki Febrianti, D., Ariani, N., Niah Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan ISFI Banjarmasin, R., & Selatan, K. (2021). Antioksidan Daun Kumpai Mahung (*Eupatorium inulifolium* H.B&K). *Jurnal Pharmascience*, 8(1), 94–100. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/pharmascience/article/view/9108>
- Rusmansyah, A., Permana, R., & Mushawwir, A. (2022). Korelasi Asam Urat (Uric Acid) Dengan Indikator Radikal Bebas Pada Ayam Boiler. *Jurnal SAINS Dan Teknologi Industri Peternakan*, 3(1), 24–25. <https://jurnal.umsrappang.ac.id/jstip/article/view/850/692>
- Suhartati, T. (2017). *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Anugrah Utama Raharja.
- Waryat, W., & Handayani, D. Y. (2020). Implementasi Jenis Kemasan Untuk Memperpanjang Umur Simpan Sayuran Pakcoy. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(1), 33–45. <https://doi.org/10.52643/JIR.V11I1.847>
- Yulianti, E. R., Faramayuda, F., Juliastuti, H., Inayati, I., & Handayani, D. R. (2018). *Prinsip Dasar Pemeriksaan Radikal Bebas & Antioksidan* (1st ed.). Deepublish Publisher.