

PERBANDINGAN KANDUNGAN KLOROFIL DAN ANTIOKSIDAN SPIRULINA DENGAN BEBERAPA JENIS SAYURAN

Adi Permadi^{*1}, Suhendra², Mustofa Ahda³,
Ahmad Fatwa Zufar⁴, Syaeful Akbar Padya⁵, Nawang Anugrah⁶, Sofyan Hadi⁷,
Totok Eka Suharto⁸

^{1,6,7}Jurusan Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Ringroad Selatan, Kragilan, Bantul, DIY, 55191

^{2,4,5,8}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Jalan Ringroad Selatan, Kragilan, Bantul, DIY, 55191

³Jurusan Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Prof. DR. Soepomo Sh, Warungboto, Umbulharjo, Yogyakarta, DIY, 55583

*adi.permadi@che.uad.ac.id

ABSTRAK

Sayuran merupakan jenis makanan penting bagi manusia untuk menjaga kesehatan, diantaranya Bayam (*Amaranthus sp*), Brokoli (*Brassica oleracea L*), Kangkung (*Ipomoea aquatica*), kemangi (*Ocimum basilicum*), sawi (*Brassica juncea L*), pakcoy (*Brassica rapa*). *Spirulina platensis* termasuk kedalam mikroalgae yang memproduksi berbagai senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen maupun sumber obat alami. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kadar klorofil dan antioksidan dari spirulina dengan beberapa jenis sayuran lainnya. Uji yang dilakukan berdasarkan analisis kandungan klorofil dan penentuan nilai antioksidan dengan metode IC₅₀. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Spirulina platensis* memiliki nilai terbaik dengan kadar klorofil sebesar 12,7584 % dan antioksidan sebesar 4969,4787 ppm.

Kata kunci: Sayuran, Spirulina, Klorofil, Antioksidan, IC₅₀

ABSTRACT

Vegetables are an important type of food for humans to maintain health, including: Spinach (*Amaranthus sp*), Broccoli (*Brassica oleracea L*), kale (*Ipomoea aquatica*), basil (*Ocimum basilicum*), mustard greens (*Brassica chinensis var. Parachinensis*), pakcoy (*Brassica. rapa*). *Spirulina platensis* is a microalgae that produces various chemical compounds that can be used as supplements or sources of natural medicine. This study aims to compare the chlorophyll and antioxidant levels of spirulina with several other types of vegetables. The tests were carried out based on the analysis of the chlorophyll content and the determination of the antioxidant value using the IC₅₀ method. The results showed that *Spirulina platensis* had the best value with chlorophyll content of 12.7584 % and 4969.4787 ppm of antioxidants.

Keywords: Vegetables, Spirulina, Chlorophyll, Antioxidant, IC₅₀

1. PENDAHULUAN

Sayuran merupakan jenis makanan penting bagi manusia untuk menjaga kesehatan, diantaranya : Bayam (*Amaranthus sp*), Brokoli (*Brassica oleracea L*), Kangkung (*Ipomoea aquatica*), kemangi (*Ocimum basilicum*), sawi (*Brassica juncea L*), pakcoy (*Brassica rapa*) (M. K. N. Pratama & Setiawan,

2021). Kandungan zat gizi alami dalam sayuran hijau sangat banyak. Selain kaya dengan vitamin A dan C, sayuran hijau juga mengandung berbagai unsur mineral seperti zat kapur, zat besi, magnesium, dan fosfor. Sayuran yang berwarna hijau merupakan sumber pigmen terbaik dan terpenting untuk memerangi radikal bebas (Iriyani & Nugrahani, 2017).

Selama 10 tahun terakhir, telah ada berbagai penelitian mengenai penggunaan mikroalga sebagai sumber nutrisi dan senyawa bioaktif. Hal ini disebabkan meningkatnya kepedulian pada kesehatan dan untuk memenuhi kebutuhan gizi sehingga perlu adanya pengembangan pangan yang inovatif (Martí-Quijal et al., 2021). Spirulina menjadi salah satu mikroalga dengan kandungan protein yang tinggi mencapai 70% berat kering dan kaya akan mineral, vitamin, provitamin, fitokimia, asam amino esensial, serat dan pigmen (Marzorati et al., 2020).

Spirulina platensis merupakan mikroalga yang memproduksi berbagai senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen maupun sumber obat alami. Spirulina platensis juga merupakan jenis cyanobacteria atau bakteri yang mengandung klorofil sehingga dapat bertindak sebagai organisme yang dapat melakukan fotosintesis untuk membuat makanan sendiri. Spirulina platensis memiliki bentuk spiral seperti filamen, memiliki diameter ukuran 3-12 μm serta mengandung pigmen warna cenderung hijau biru. Spirulina platensis dapat tumbuh dengan baik di danau, air tawar, air laut, media tanah bahkan di media dengan alkalinitas tinggi (pH 8,5-11) sekalipun. Suhu optimal untuk pertumbuhan Spirulina platensis adalah 35°-40°C (G. M. C. T. Pratama et al., 2020). Kandungan kimia yang terkandung dalam Spirulina Platensis dapat mengikat radikal bebas sehingga dapat berfungsi sebagai hepatoprotektor, senyawa aktif yang bersifat hepatoprotektor adalah antioksidan (Kintoko et al., 2018).

Spirulina Platensis juga mengandung sekitar 2% berat klorofil, yang berarti sepuluh kali lebih banyak daripada yang ditemukan di tanaman darat biasa dan memiliki efisiensi konversi fotosintesis yang ditingkatkan setara hingga 8-10% dibandingkan dengan tanaman darat, yang hanya memiliki efisiensi konversi 3%. Karena turunan klorofil stabil terhadap panas, cahaya, asam dan basa, mereka berpotensi digunakan dalam bidang makanan, kosmetik, dan farmasi sebagai aditif atau pewarna.

Klorofil termasuk salah satu pigmen utama pada sebuah tanaman. Warna hijau pada daun disebabkan karena klorofil menyerap cahaya merah dan biru dan meneruskan serta memantulkan cahaya hijau (Nurchayani et al., 2020). Kandungan klorofil terdiri atas unsur karbon, nitrogen, hidrogen dan oksigen. Unsur hara yang menjadi sumber nutrisi untuk tanaman dapat dideteksi menggunakan daun seperti nitrogen. Tanaman yang mendapat suplai nitrogen yang cukup akan memiliki daun yang luas dan memiliki kandungan klorofil yang tinggi (Pernadi, 2020). Sel-sel mesofil yang terdapat di daun banyak mengandung kloroplas. Di dalam kloroplas terdapat klorofil (zat hijau daun). Di dalam kloroplas tidak hanya terdapat klorofil yang menjadi zat penyebab warna hijau daun. Daun mengandung klorofil, karena itulah daun berwarna hijau. Sebagian besar klorofil terdapat di daun, namun pada bagian-bagian tanaman lain seperti akar, batang, buah, biji, dan bunga juga terdapat klorofil dengan jumlah terbatas. Distribusi klorofil pada daun berbeda-beda.

Klorofil di pangkal daun akan berbeda dengan klorofil di bagian ujung, tengah, dan tepi daun. Perbedaan jumlah klorofil ini akan menunjukkan perbedaan warna daun. Semakin hijau warna daun maka semakin tinggi kandungan klorofilnya (Istri & Dharmadewi, 2022).

Manfaat dari klorofil bagi tanaman salah satunya adalah untuk menentukan kondisi kesehatan dari tanaman tersebut. Kondisi kesehatan akan sangat mempengaruhi kadar pemupukan yang harus dilakukan (Arifah et al., 2019). Selain itu klorofil juga mampu berfungsi sebagai pembersih alamiah (mendorong terjadinya detoksifikasi); antioksidan yang akan menetralkan radikal bebas sebelum menimbulkan kerusakan pada sel-sel tubuh; antipenuaan, dan anti kanker.

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat oksidasi molekul lain. Tubuh manusia tidak mempunyai sistem pertahanan antioksidatif berlebihan, sehingga jika terpapar radikal bebas berlebihan tubuh

mempunyai antioksidan eksogen. (Sanger et al., 2018).

Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbit luarnya, sehingga menyebabkan molekul ini tidak stabil dan menimbulkan sifat sangat reaktif. Untuk mencapai kestabilan, molekul ini akan bereaksi dengan molekul sekitar untuk memperoleh pasangan elektron. Reaksi yang terus menerus berlangsung di dalam tubuh ini jika tidak dihentikan dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, jantung, katarak, penuaan dini, serta penyakit degeneratif lainnya (Syahara & Vera, 2020).

Sumber radikal bebas dibagi menjadi dua, yaitu endogen dan eksogen. Sumber radikal bebas endogen dapat berasal dari dalam tubuh seperti oksidasi enzimatis, autooksidasi, fagositosis dalam respirasi, transpor elektron di mitokondria, oksidasi ion-ion logam transisi, atau melalui iskemik yang berasal dari dalam tubuh. Sedangkan sumber radikal eksogen dapat berasal dari luar tubuh seperti ultraviolet (UV), radiasi asap rokok, senyawa kimia klorotetraklorida, senyawa hasil pemanggangan, dan zat pewarna (Yuslianti, 2018).

Salah satu pengujian aktivitas antioksidan adalah metode perendaman radikal DPPH (1,1-difenil-2-picridrazil). Metode ini dipilih karena memiliki beberapa kelebihan antara lain sederhana, mudah, cepat, cukup teliti, dan baik digunakan untuk pengujian aktivitas antioksidan senyawa tertentu atau ekstrak tanaman, hanya memerlukan sedikit sampel serta dapat mengukur efektivitas total antioksidan baik dalam pelarut polar maupun nonpolar (Widiantara et al., 2018).

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan terdiri dari Bubuk spirulina, Air, Kangkung, Bayam, Sawi, Pakcoy, Brokoli, Kemangi.

Alat-alat yang digunakan terdiri dari panci, gelas ukur, pisau, telenan, gelas, blender, saringan, sendok, botol bekas, spektrofotometer, centrifuge.

Pembuatan Sampel



Gambar 1. Sampel Spirulina dan Sayuran

Penelitian dilakukan dengan penambahan berbagai sayuran pada spirulina, sehingga perlu dilakukan pembuatan sampel. Sampel dibuat dari sayuran yang telah ditimbang dengan berat yang diinginkan mencapai 14,7 gram kemudian dicuci dan ditiriskan. Sayuran dihaluskan dengan menggunakan blender dan dilakukan dua kali penyaringan hingga mendapat sampel sayuran yang diinginkan. Langkah terakhir pembuatan sampel adalah mencampurkan sampel sayuran dengan spirulina masing-masing sebanyak 30 gram.

Analisa Kandungan Klorofil

Identifikasi kandungan klorofil masing-masing sayuran menggunakan spektrofotometer melalui pembacaan pada panjang gelombang spesifik sesuai jenis klorofil. Menimbang sampel sebanyak 1 gram, kemudian memasukkan kedalam tabung reaksi. Selanjutnya menambahkan 10 ml aceton 80 % lalu gojog larutan supaya homogen. Saring dengan kertas saring atau centrifuge hingga mendapatkan larutan jernih. Absorbansi yang digunakan dengan panjang gelombang 663 nm dan 645 nm. Data yang diperoleh kemudian dicatat. Adapun untuk menghitung kadar klorofil digunakan rumus sebagai berikut :

Kadar klorofil (%) = klorofil a + klorofil b

Rumus Klorofil a (%)

$$\frac{(12,7 \times A_{663 \text{ nm}}) - (2,69 \times A_{645 \text{ nm}}) \times fp}{Mg \text{ Sampel}} \times 100 \%$$

Rumus Klorofil b (%)

$$\frac{(22,9 \times A_{645 \text{ nm}}) - (4,68 \times A_{663 \text{ nm}}) \times fp}{Mg \text{ Sampel}} \times 100 \%$$

Analisis Antioksidan/RSA IC 50

Identifikasi kandungan antioksidan masing-masing sayuran menggunakan metode RSA IC 50. Sampel dibuat dengan konsentrasi tertentu (100, 200,300,400,500) ppm. Larutan induk sebanyak 1 ml masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 ml larutan 1 ,1 ,2 ,2 –Diphenyl Picryl Hydrazyl (DPPH). Larutan dilakukan inkubasi selama 30 menit pada ruang gelap. Proses selanjutnya dilakukan pengenceran hingga 5 ml menggunakan metanol. Selain itu perlu dibuat blanko menggunakan 1 ml larutan DPPH dan 4 ml metanol kemudian ditera pada panjang gelombang 517 nm. Prosentase inhibisi dapat dihitung dan dibuat persamaan garis lurus ($y=ax+b$) dengan konsentrasi sebagai sumbu x dan % inhibisi sebagai sumbu y. Dari persamaan garis lurus tersebut, hitung nilai x dengan mengubah y menggunakan nilai 50 (IC 50). Langkah terakhir hasil tersebut dibandingkan

dengan sampel yang mengandung antioksidan.

$$\text{Inhibisi}(\%) = \frac{\text{OD Blangko} - \text{OD Sampel}}{\text{OD Blangko}} \times 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengamatan terhadap pengukuran kadar klorofil beberapa jenis tanaman sayuran yang berpotensi sebagai bahan dasar food suplement pada sayuran bayam, brokoli, kangkung, kemangi, sawi, dan pakcoy menunjukkan bahwa adanya perbedaan jumlah klorofil yang terkandung pada bagian daun dari tanaman sayuran tersebut. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tanaman sayuran yang diuji pada penelitian ini adalah tanaman hasil panen yang siap dikonsumsi, yang kebanyakan berumur lebih dari 1 bulan. Sebagai contoh, daun bayam merupakan sayuran yang dipetik ketika berumur ± 3 bulan. Tanaman sayuran yang diuji pada penelitian ini adalah tanaman hasil panen yang siap dikonsumsi, yang kebanyakan berumur lebih dari 1 bulan. Sebagai contoh, daun bayam merupakan sayuran yang dipetik ketika berumur ± 3 bulan.

Tabel 1. Perbandingan Klorofil dan Antioksidan IC50 tiap sampel

Sampel	Klorofil (%)	Antioksidan IC50 (ppm)
Spirulina	12,7584	4969,4787
Bayam	1,9285	19853,1731
Brokoli	0,5272	20982,0200
Kangkung	1,4569	21697,7917
Kemangi	1,8797	20856,9160
Sawi	1,8260	20871,3800
Pakcoy	1,4938	20846,4800

* **Keterangan :** % = gram / 100 gram Larutan

Pada Tabel 1 menunjukkan perbandingan kandungan klorofil dan antioksidan pada spirulina dan masing-masing sayuran memiliki kandungan yang berbeda-beda dibandingkan dengan spirulina. Sampel terbaik yaitu spirulina dengan dengan kandungan klorofil 12,7584% dan nilai antioksidan 4969,4787 ppm, kemudian sampel terendah terdapat pada daun brokoli dengan kandungan klorofil 0,5272% dan nilai antioksidan 20982,0200 ppm.

Jika dibandingkan dengan penelitian (Iriyani & Nugrahani, 2014), hasil pengukuran kadar klorofil sayuran bayam yang berasal dari daerah Bangkungan memiliki kandungan klorofil yang paling tinggi dibandingkan tanaman sayuran kangkung dan sawi. Kandungan klorofil bayam yaitu sebesar 3,046 % yang berbeda nyata dengan kandungan klorofil sayuran kangkung sebesar 2,356% dan sayuran sawi yang berkisar 1,163 %.

Faktor yang mempengaruhi kandungan klorofil pada suatu tanaman adalah umur tanaman, morfologi daun serta faktor genetik. Umur daun dan tahapan fisiologis suatu tanaman merupakan faktor yang menentukan kandungan klorofil. Tiap spesies dengan umur yang sama memiliki kandungan kimia yang berlainan dengan jumlah genom yang berlainan pula.

Perbedaan kadar klorofil ini disebabkan karena kadar pigmen lain yang ada pada daun tersebut lebih dominan atau disebabkan oleh adanya faktor adaptasi pada suatu tumbuhan. Luas permukaan daun juga akan mengefisiensikan penangkapan energi cahaya untuk fotosintesis secara normal pada kondisi intensitas cahaya rendah. Morfologi daun yang lebar pada daun singkong memungkinkan penangkapan cahaya yang optimal. Selain itu, ketebalan daun dapat mempengaruhi kandungan klorofil. Morfologi daun yang tipis umumnya mudah layu ketika dipetik sehingga klorofilnya mudah terdegradasi.

Suatu senyawa dikatakan memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$, kuat jika nilai $IC_{50} 50-100 \mu\text{g/mL}$, sedang jika $IC_{50} 100-150 \mu\text{g/mL}$, dan lemah jika $IC_{50} 150-200 \mu\text{g/mL}$. IC_{50}

merupakan konsentrasi suatu zat antioksidan yang dapat memberikan persen penghambatan 50%. Aktivitas antioksidan yang tinggi dapat dilihat dengan nilai IC_{50} yang rendah (Molyneux, 2004).

Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kandungan lipid, konsentrasi antioksidan, suhu, tekanan oksigen dan komponen kimia. Proses penghambatan antioksidan berbeda-beda tergantung dari struktur kimia dan variasi mekanisme (Syawal & Laeliocattleya, 2020).

4. KESIMPULAN

Spirulina platensis merupakan mikroalgae yang memproduksi berbagai senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen maupun sumber obat alami. Berdasarkan uji kandungan klorofil dan antioksidan, disimpulkan bahwa spirulina merupakan yang terbaik jika dibandingkan dengan jenis sayuran lainnya. Dengan kandungan klorofil sebesar 12,7584 % dan antioksidan sebesar 4969,4787 ppm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Kemendikbudristek yang telah memberikan hibah *Matching Fund* Tahun 2022 dengan nomor kontrak : 157/E1/KS.06.02/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifah, R. U., Sedjati, S., Supriyantini, E., & Ridlo, A. (2019). Kandungan Klorofil dan Fukosantin serta Pertumbuhan *Skeletonema costatum* pada Pemberian Spektrum Cahaya Yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 8(1), 25. <https://doi.org/10.14710/buloma.v8i1.19986>
- Iriyani, D., & Nugrahani, P. (2014). Kandungan klorofil, karotenoid, dan vitamin c beberapa jenis sayuran daun pada pertanian periurban di Kota Surabaya. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 15(2), 84–90.
- Iriyani, D., & Nugrahani, P. (2017). Komparasi Nilai Gizi Sayuran

- Organik Dan Non Organik Pada Budidaya Pertanian Perkotaan Di Surabaya. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 18(1), 36–43. <https://doi.org/10.33830/jmst.v18i1.173.2017>
- Istri, A. A., & Dharmadewi, M. (2022). Jurnal Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains Analisis Kandungan Klorofil Pada Beberapa Jenis Sayuran Hijau Sebagai Alternatif Bahan Dasar Food Supplement Analysis of Chlorophyll Content in Several Types of Green Vegetables as an Alternative to Food. *Jurnal Emasains: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains, IX*, 171–176.
- Kintoko, K., Balfas, R. F., Ustrina, N., Widayari, S., Saputri, L. C., Nurwijayanti, A., Riana, F. S., & Anggraini, N. T. (2018). Efek Anti Diabetes Spirulina Platensis Terhadap Analisis Kadar, Gambaran Histopatologi, Ekspresi Insulin dan Glucose Transpoter 4 Pada Tikus Putih Wistar yang Diinduksi Streptozopin. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 16(2), 238. <https://doi.org/10.35814/jifi.v16i2.541>
- Martí-Quijal, F. J., Ramon-Mascarell, F., Pallarés, N., Ferrer, E., Berrada, H., Phimolsiripol, Y., & Barba, F. J. (2021). Extraction of antioxidant compounds and pigments from spirulina (*Arthrospira platensis*) assisted by pulsed electric fields and the binary mixture of organic solvents and water. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/app11167629>
- Marzorati, S., Schievano, A., Idà, A., & Verotta, L. (2020). Carotenoids, chlorophylls and phycocyanin from Spirulina: Supercritical CO₂ and water extraction methods for added value products cascade. *Green Chemistry*, 22(1), 187–196. <https://doi.org/10.1039/c9gc03292d>
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *J.Sci. Technol*, 26, 211–219.
- Nurchayani, E., Deria Rahmadani, D., Wahyuningsih, S., & Mahfut, M. (2020). ANALISIS KADAR KLOOROFIL PADA BUNCIS (*Phaseolus vulgaris* L.) TERINDUKSI INDOLE ACETIC ACID (IAA) SECARA IN VITRO. *Analit:Analytical and Environmental Chemistry*, 5(01), 15–23. <https://doi.org/10.23960/aec.v5.i1.2020.p15-23>
- Pernadi, D. (2020). Deteksi Kadar Nitrogen dan Klorofil Citra Daun Menggunakan Ruang Warna Hsi. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 25(100), 41–49.
- Pratama, G. M. C. T., Gusti B R M Hartawan, I. N., Gusti T Indriani, I. A., Yusrika, M. U., A Suryantari, S. A., S Satyarsa, A. B., S Sudarsa, P. S., Sanglah, R., korespondensi Jln B Sudirman, P. P., Puri Klod, D., & Denpasar Barat, K. (2020). Potensi ekstrak spirulina platensis sebagai tabir surya terhadap paparan ultraviolet B potency of spirulina platensis extract as sunscreen on ultraviolet B exposure. *Journal of Medicine and Health Potensi Ekstrak Spirulina Platensis*, 2(6), 205.
- Pratama, M. K. N., & Setiawan, G. (2021). Rancang Bangun Sistem Pengontrol Kelembaban Tanah Pertanian Sayur Pakcoy dan Sawi. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 13(2), 101–108. <https://doi.org/10.5614/joki.2021.13.2.5>
- Sanger, G., Kaseger, B. E., Rarung, L. K., & Damongilala, L. (2018). Potensi beberapa Jenis Rumput Laut sebagai Bahan Pangan Fungsional, Sumber Pigmen dan Antioksidan Alami. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 208. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v2i1>

2.22841

- Syahara, S., & Vera, Y. (2020). Penyuluhan Pemanfaatan Buah Tomat Sebagai Produk Kosmetik Antioksidan Alami Di Desa Manunggang Julu. *Education and Development Institut*, 8(1), 21–22.
- Syawal, A. N., & Laeliocattleya, R. A. (2020). POTENSI TEH HERBAL RAMBUT JAGUNG (*Zea mays L.*) SEBAGAI SUMBER ANTIOKSIDAN: KAJIAN PUSTAKA. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 4(1), 1–6.
<https://doi.org/10.26877/jiphp.v4i1.4056>
- Widiantara, T., Taufik, Y., Garnida, Y., & Yulianti, D. (2018). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kacang Koro (*Canavalia ensiformis*) Menggunakan Uji 1,1-difenil 1,2-dipikrilhidrazil (DPPH). *Chimica et Natura Acta*, 6(1), 30.
<https://doi.org/10.24198/cna.v6.n1.16785>
- Yuslianti, E. R. (2018). *Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan*. Yogyakarta: Deepublish.