

Narrative Review: Analisis Senyawa Antosianin pada Ekstrak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) sebagai Antioksidan

Rizqika Bastian Tomi¹, Annajim Daskar², Sulistia Suryaman³

^{1,2,3}Program Studi Farmasi Fakultas Kesehatan Universitas Aisyah Pringsewu, Indonesia

*Corresponding Author : bastianrizqika@gmail.com

ABSTRAK

Bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) merupakan sumber antosianin alami yang melimpah, terutama delphinidin-3-sambubioside dan cyanidin-3-sambubioside, yang memiliki aktivitas antioksidan kuat. *Narrative review* ini menyintesis 15 penelitian terpilih (2002–2025) untuk menganalisis komposisi antosianin pada ekstrak kelopak rosella serta kapasitasnya sebagai penangkal radikal bebas melalui metode DPPH, ABTS, FRAP, dan ORAC. Hasil menunjukkan ekstrak rosella memiliki aktivitas antioksidan tinggi (IC₅₀ 0,5–5mg/mL), dengan kontribusi antosianin mencapai 50–70% dari total kapasitas antioksidan. Optimasi ekstraksi menggunakan etanol-air (30–60%), suhu 50–60°C, dan teknik mikroenkapsulasi meningkatkan *yield*, stabilitas, serta bioaksesibilitas secara signifikan. Meskipun bukti *in vitro* dan *in vivo* pada hewan sangat mendukung, bioavailabilitas antosianin pada manusia masih rendah (<1%), sehingga diperlukan formulasi *delivery* baru dan uji klinis lanjutan. Rosella berpotensi besar sebagai pewarna alami, nutrasetikal, dan suplemen antioksidan yang ekonomis serta berkelanjutan, khususnya di wilayah tropis.

Kata kunci: *Hibiscus sabdariffa*, antosianin, antioksidan, mikroenkapsulasi, nutrasetikal

ABSTRACT

Rosella flowers (Hibiscus sabdariffa L.) are a rich source of natural anthocyanins, particularly delphinidin-3-sambubioside and cyanidin-3-sambubioside, which have strong antioxidant activity. This narrative review synthesises 15 selected studies (2002–2025) to analyse the anthocyanin composition of rosella petal extracts and their capacity as free radical scavengers using the DPPH, ABTS, FRAP, and ORAC methods. Results showed that rosella extract has high antioxidant activity (IC₅₀ 0.5–5mg/mL), with anthocyanins contributing 50–70% of the total antioxidant capacity. Optimisation of extraction using ethanol-water (30–60%), temperature 50–60 °C, and microencapsulation techniques significantly improved yield, stability, and bioaccessibility. Although in vitro and in vivo evidence in animals is very supportive, the bioavailability of anthocyanins in humans is still low (<1%), requiring new delivery formulations and further clinical trials. Rosella has great potential as an economical and sustainable natural colouring, nutraceutical, and antioxidant supplement, especially in tropical regions.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa*, anthocyanins, antioxidants, microencapsulation, nutraceuticals.

PENDAHULUAN

Tanaman Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) dikenal luas sebagai sumber bahan alami yang melimpah akan komponen bioaktif, khususnya pigmen warna merah yang berasal dari kelopak bunganya. Pigmen ini tidak hanya

memberikan estetika visual tetapi juga berperan penting dalam menangkal kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh spesies oksigen reaktif di dalam sistem biologis. Potensi ini menjadikan ekstrak Rosela sebagai kandidat menjanjikan dalam pengembangan suplemen kesehatan yang

ramah lingkungan dan aman untuk konsumsi sehari-hari (Wong et al., 2002).

Senyawa antosianin, sebagai bagian dari keluarga flavonoid, telah terbukti mampu meningkatkan kestabilan sel terhadap stres oksidatif melalui mekanisme penghambatan radikal bebas dan modulasi jalur inflamasi. Dalam berbagai studi, antosianin menunjukkan efek protektif terhadap organ vital seperti hati dan jantung, sehingga relevan untuk aplikasi dalam pencegahan gangguan metabolik. Keunggulan ini semakin menonjol ketika diekstrak dari bahan nabati seperti Rosela, yang menawarkan aksesibilitas tinggi di wilayah tropis (Hirunpanich et al., 2022).

Ekstrak bunga Rosela kaya akan varian antosianin seperti *delphinidin* dan *cyanidin* glikosida, yang berkontribusi signifikan terhadap kapasitas antioksidannya melalui kemampuan menyerap radikal DPPH dan FRAP. Proses ekstraksi yang optimal dapat meningkatkan konsentrasi senyawa ini, sehingga memperkuat manfaatnya sebagai agen terapeutik alami. Pendekatan ini mendukung eksplorasi lebih lanjut untuk integrasi dalam industri farmasi dan makanan fungsional (Cid-Ortega & Guerrero-Beltrán, 2018).

Review naratif ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam komposisi antosianin dalam ekstrak Rosela serta implikasinya sebagai antioksidan, dengan mempertimbangkan faktor stabilitas kimia dan bioavailabilitas. Melalui sintesis temuan dari berbagai penelitian, diharapkan dapat memberikan wawasan baru bagi pengembangan produk berbasis herbal yang efektif.

METODE PENELITIAN

Review naratif ini dikembangkan melalui pendekatan sintesis literatur yang fleksibel, dengan fokus pada pengumpulan dan interpretasi data dari sumber-sumber ilmiah terkait komposisi antosianin dalam ekstrak bunga Rosela serta perannya sebagai agen penangkal oksidasi. Proses dimulai dengan identifikasi pertanyaan

penelitian utama, yaitu bagaimana senyawa tersebut diekstrak dan dievaluasi efektivitasnya dalam konteks antioksidan, tanpa mengikuti protokol sistematis ketat seperti pada tinjauan meta-analisis. Pendekatan ini memungkinkan eksplorasi iteratif untuk menangkap nuansa multidisiplin dari bidang kimia pangan dan farmakologi (Baumeister & Leary, 1997).

Pencarian literatur dilakukan pada basis data elektronik utama, termasuk *PubMed*, *Scopus*, dan *Google Scholar*, menggunakan kombinasi kata kunci seperti "antosianin *Hibiscus sabdariffa*", "ekstrak Rosela antioksidan", serta variasinya dalam bahasa Inggris untuk memastikan cakupan global. Periode pencarian dibatasi dari tahun 2002 hingga 2025 guna menyoroti kemajuan terkini, dengan penekanan pada artikel jurnal *peer-reviewed* dan *prosiding* konferensi yang relevan. Proses ini melibatkan siklus berulang, di mana hasil awal digunakan untuk menyempurnakan kueri pencarian guna menghindari bias dan meningkatkan kelengkapan informasi (Ferrari, 2015).

Seleksi artikel didasarkan pada kriteria inklusi yang mencakup relevansi langsung dengan analisis kimiawi antosianin, uji aktivitas antioksidan, dan aplikasi potensial ekstrak Rosela, sementara kriteria eksklusi menyingkirkan studi non-empiris atau yang tidak berfokus pada aspek bioaktif. Sebanyak sekitar 50 artikel awal disaring, dengan 10 di antaranya dipilih untuk analisis mendalam setelah evaluasi abstrak dan teks lengkap. Data diekstrak secara tematik, termasuk metode ekstraksi, pengukuran kapasitas antioksidan, dan implikasi kesehatan, kemudian disintesis untuk membangun narasi koheren tanpa analisis statistik kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis komprehensif terhadap 15 studi yang dipilih menunjukkan bahwa ekstrak bunga Rosela secara konsisten menghasilkan konsentrasi antosianin yang tinggi, dengan variasi utama dipengaruhi oleh parameter ekstraksi seperti suhu,

pelarut, dan durasi proses. Secara keseluruhan, metode ekstraksi berbasis etanol atau air mendominasi, menghasilkan *yield* antosianin antara 10-50 mg/g bahan kering, sementara aktivitas antioksidan diukur melalui uji DPPH, FRAP, dan ABTS menunjukkan nilai IC₅₀ rendah (0,5-5mg/mL) yang mengindikasikan potensi kuat sebagai penangkal radikal bebas. Tabel 1 merangkum perbandingan kunci dari studi-studi tersebut, termasuk metode ekstraksi, komposisi antosianin dominan,

dan metrik antioksidan utama, yang menggarisbawahi konsistensi temuan meskipun ada perbedaan regional dan varietas tanaman. Temuan ini mengonfirmasi bahwa antosianin seperti *delphinidin* dan *cyanidin* glikosida mendominasi komposisi, dengan kontribusi hingga 50% terhadap total aktivitas antioksidan, meskipun faktor lingkungan seperti pH dan suhu penyimpanan memengaruhi degradasi senyawa.

Tabel 1.1 Hasil Studi Perbandingan Antosianin Dominan

No.	Penulis & Tahun	Metode Ekstraksi	Antosianin Dominan	Aktivitas Antioksidan (Contoh Metrik)	Temuan Utama
1	Wong et al. (2002)	Rebus air mendidih, 3 g/300 mL, 3 menit	Delphinidin-3-sambubioside, Cyanidin-3-glucoside	FRAP: 51% kontribusi antosianin; ORAC: tinggi	Antosianin menyumbang mayoritas kapasitas antioksidan, meningkat dengan waktu ekstraksi
2	Fernández-Arroyo et al. (2023)	Etanol 50% v/v, 1:10 w/v, 6 jam, kamar suhu	Anthocyanins umum, flavonoid pendukung	DPPH scavenging: tinggi; Total fenolik: 12-54%	Ekstrak terenkapsulasi mempertahankan aktivitas antiradikal, cocok untuk aplikasi gastrointestinal
3	Cid-Ortega & Guerrero-Beltrán (2018)	Desain eksperimen, suhu variabel hingga 80°C	Delphinidin & cyanidin glikosida	FRAP stabil di pH variabel; Antiproliferatif pada sel kanker	Stabilitas kimia terjaga, aktivitas antioksidan reversibel pada perubahan pH
4	Mohamed et al. (2009)	Ekstraksi konvensional, bagian tanaman berbeda	Anthocyanin utama di kaliks	DPPH IC ₅₀ : rendah di biji; FRAP: variabel	Bagian biji berpotensi eksploitasi tinggi untuk antioksidan, anthocyanin sumber utama
5	García-Villalba et al. (2023)	Box-Behnken, 35.5% etanol, 60°C, 33 menit	Cyanidin-3-sambubioside, Delphinidin-3-glucoside	495 µmol TE/g; DPPH: optimal	Optimasi menghasilkan suplemen nutrisi dengan kapasitas antioksidan maksimal
6	De Moura et al. (2021)	Spray-drying dengan maltodextrin	Anthocyanins dari kaliks	ABTS: dipertahankan pasca-mikroenkapsulasi	Mikroenkapsulasi meningkatkan kestabilan untuk aplikasi makanan fungsional
7	Ali et al. (2019)	Ekstrak etanol, uji in vivo	Anthocyanin kaya, fenolik	Mengurangi obesitas & hiperlipidemia	Efek terapeutik pada model hewan, aman sebagai alternatif pengobatan
8	Chang et al. (2025)	Ekstraksi fenolik, 9 varietas	Delphinidin-3-galactoside	FRAP & DPPH: variasi antar varietas	Identifikasi senyawa fenolik terkait stabilitas antosianin di berbagai genotipe
9	Hernández et al. (2022)	Mikroenkapsulasi, dua kultivar	Total fenolik > anthocyanin	DPPH: kesamaan antar kultivar	Aktivitas antioksidan ditentukan oleh fraksi fenolik keseluruhan
10	Tahir et al. (2023)	Ekstrak metanol & air, roselle merah/putih	Delphinidin-3-glucoside di merah	ABTS: 52.17 mg TE/g (merah); DPPH: 35.09 mg	Varietas merah unggul dalam scavenging radikal, pengaruh

				TE/g	antagonis di putih
11	Cid-Ortega et al. (2018)	Desain eksperimen, pemurnian	Cyanidin glikosida	FRAP: stabil; Aktivitas sel: Caco-2 dll.	Pengaruh waktu & suhu pada bioaktif, konservasi aktivitas di pH ekstrem
12	Gharzouli et al. (2016)	Etanol 80% + asam laktat 2%, minyak zaitun	Anthocyanin diekstrak	DPPH: tertinggi di kondisi optimal	Yield maksimal & aktivitas antioksidan untuk stabilisasi minyak
13	Fernández-Arroyo et al. (2023)	Etanol/air 50%, sentrifugasi	Flavonoid & anthocyanin	Scavenging: tinggi pasca-penyimpanan -80°C	Proteksi bioaktif melalui enkapsulasi kalsium alginat
14	Wong et al. (2002)	Air mendidih, pemurnian XAD-2 & HPLC	Pigmen coklat 24%, antosianin 51%	TAS: tinggi; ORAC: berkorelasi	Protokol tunggal untuk studi antioksidan, peningkatan dengan massa petal
15	García-Villalba et al. (2023)	Rasio etanol:air, suhu & waktu variabel	Sambubioside varian	DPPH: 87% variasi model; Cu ²⁺ reducing: 65.62 mg TE/g	Desain Box-Behnken optimal untuk minuman nutrasetikal

Perbandingan antar studi mengungkapkan pola di mana metode ekstraksi ultrasonik atau berbasis desain respons permukaan menghasilkan *yield* antosianin lebih tinggi dibandingkan pendekatan konvensional, dengan peningkatan hingga 30% pada aktivitas FRAP, yang menandakan peran krusial optimasi proses dalam memaksimalkan potensi terapeutik Rosela. Variasi ini tidak hanya bergantung pada varietas tanaman seperti rosela merah yang unggul atas putih dalam *scavenging* ABTS, tetapi juga pada interaksi senyawa fenolik pendukung, yang dapat menginduksi efek sinergis atau antagonis terhadap radikal bebas. Implikasi klinis potensial mencakup pencegahan penyakit kardiovaskular melalui modulasi stres oksidatif, meskipun kesenjangan dalam studi bioavailabilitas manusia menekankan kebutuhan penelitian lanjutan untuk validasi *in vivo*.

Lebih lanjut, stabilitas antosianin yang terjaga pada rentang pH 3-7 menjadikan ekstrak ini ideal untuk formulasi makanan dan farmasi, di mana enkapsulasi lebih lanjut dapat mengatasi degradasi termal di atas 80°C, sebagaimana diamati dalam uji sel kanker. Namun, heterogenitas metodologi antar studi seperti perbedaan pelarut etanol versus air menimbulkan tantangan dalam generalisasi, sehingga rekomendasi masa depan termasuk standarisasi protokol untuk

eksplorasi aplikasi industri berkelanjutan. Secara keseluruhan, bukti yang kuat mendukung posisi Rosela sebagai sumber antioksidan alami yang ekonomis, dengan potensi ekspansi di wilayah tropis untuk mengurangi ketergantungan pada sintetis. Salah satu aspek penting yang muncul dari sintesis 15 studi tersebut adalah pengaruh kuat faktor lingkungan pasca-ekstraksi terhadap stabilitas antosianin Rosela. Antosianin, khususnya delphinidin-3-sambubioside dan cyanidin-3-sambubioside, sangat sensitif terhadap pH di atas 7, suhu lebih dari 60 °C, dan paparan cahaya serta oksigen. Degradasi ini menyebabkan perubahan warna dari merah cerah menjadi coklat serta penurunan kapasitas antioksidan hingga 40–70 % dalam waktu 30 hari pada suhu ruang. Oleh karena itu, teknik mikroenkapsulasi dengan matriks kalsium alginat, gum arab, atau maltodekstrin yang diterapkan pada beberapa studi terbaru berhasil memperpanjang masa simpan bioaktivitas hingga 6–12 bulan, sekaligus meningkatkan bioaksesibilitas di saluran cerna hingga 2–3 kali lipat dibandingkan ekstrak bebas (Fernández-Arroyo et al., 2023; De Moura et al., 2021).

Dari sisi aplikasi klinis, meskipun aktivitas *in vitro* sangat menjanjikan, data *in vivo* pada manusia masih terbatas. Studi pada hewan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak antosianin Rosela dosis

200–500 mg/kg BB selama 8–12 minggu mampu menurunkan *malondialdehid* plasma, meningkatkan aktivitas SOD dan katalase, serta memperbaiki profil lipid pada model dislipidemia dan diabetes tipe 2. Namun, bioavailabilitas antosianin utuh di sistemik manusia hanya berkisar 0,1–1 %, karena sebagian besar dimetabolisme menjadi asam protokatekuat dan asam vanilat di usus besar. Hal ini menegaskan pentingnya strategi *delivery* baru seperti nanoemulsi, liposom, atau kombinasi dengan piperin sebagai inhibitor glukuronidasi untuk meningkatkan absorpsi sistemik (Ali et al., 2019; Tahir et al., 2023).

Dari perspektif industri, kandungan antosianin Rosela yang tinggi (1,5–3 % berat kering kaliks) menjadikannya alternatif pewarna alami yang kompetitif dibandingkan antosianin anggur merah atau elderberry yang harganya 3–5 kali lebih mahal. Selain itu, limbah padat pasca-ekstraksi (bagas) masih mengandung serat pangan, pektin, dan polifenol terikat yang dapat dimanfaatkan untuk produk prebiotik atau adsorben logam berat, sehingga mendukung konsep zero-waste dan ekonomi sirkular di negara penghasil Rosela seperti Indonesia, Sudan, dan Nigeria (García-Villalba et al., 2023; Mohamed et al., 2009).

Secara keseluruhan, bukti yang terkumpul menegaskan bahwa ekstrak bunga Rosela merupakan sumber antosianin yang potensial sebagai antioksidan fungsional dengan nilai ekonomi tinggi. Namun, untuk mencapai status “*generally recognized as safe*” (GRAS) pada dosis terapeutik dan pemanfaatan skala industri, masih diperlukan uji toksisitas subkronis fase III, uji klinis acak terkontrol pada manusia, serta standardisasi ekstrak berbasis marker delphinidin-3-sambubioside dan cyanidin-3-sambubioside. Langkah-langkah tersebut akan mempercepat integrasi Rosela dari tanaman tradisional menjadi bahan baku nutrasetikal dan farmasetikal berbasis bukti ilmiah yang kuat.

KESIMPULAN

Ekstrak bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) terbukti merupakan sumber antosianin yang sangat kaya, dengan delphinidin-3-sambubioside dan cyanidin-3-sambubioside sebagai senyawa dominan yang memberikan kontribusi hingga lebih dari 50 % terhadap total kapasitas antioksidan. Berbagai metode pengukuran *in vitro* (DPPH, ABTS, FRAP, ORAC) secara konsisten menunjukkan aktivitas penangkapan radikal bebas yang tinggi, dengan nilai IC_{50} sering kali berada pada rentang 0,5–5 mg/mL, menempatkan Rosela setara atau bahkan lebih unggul dibandingkan sumber antosianin komersial lainnya seperti anggur merah dan blueberry.

Optimasi proses ekstraksi melalui pendekatan *response surface methodology* (RSM), penggunaan pelarut etanol-air (30–60%), serta penerapan teknik mikroenkapsulasi telah terbukti secara signifikan meningkatkan *yield* antosianin, stabilitas kimiawi, dan bioaksesibilitas senyawa bioaktif tersebut. Hal ini membuka peluang besar untuk pengembangan produk nutrasetikal, minuman fungsional, pewarna alami makanan, serta suplemen antioksidan berbasis bukti ilmiah yang aman dan terjangkau.

Meskipun data *in vitro* dan *in vivo* pada hewan sangat mendukung, bioavailabilitas antosianin Rosela pada manusia masih rendah (<1 %). Oleh karena itu, diperlukan strategi formulasi lanjutan (nanoemulsi, liposom, *co-administration* dengan inhibitor efiks) serta uji klinis acak terkontrol pada manusia untuk memvalidasi manfaat kesehatan secara definitif, terutama dalam pencegahan dan penatalaksanaan penyakit kronik yang berhubungan dengan stres oksidatif seperti diabetes, hipertensi, dislipidemia, dan sindrom metabolik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, B. H., Al-Hamdi, Z., Cavallo, C., & Mousa, H. (2019). Therapeutic effects of anthocyanin-rich Hibiscus sabdariffa L. extract in a rat model of high fat diet-induced obesity and hyperlipidemia. *International Journal of Basic & Clinical Pharmacology*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.18203/2319-2003.ijbcp20193822>
- Anokwuru, C. P., Esiaba, I., Ajibaye, O., & Adesuyi, A. O. (2011). Extraction of anthocyanin pigments from Hibiscus sabdariffa L. and partial purification. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 3(6), 556–561.
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1997). Writing narrative literature reviews. *Review of General Psychology*, 1(3), 311–320. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.3.311>
- Chang, Y. C., Chen, C. Y., & Huang, C. H. (2025). Studies on phytochemistry and antioxidant capacity of nine Hibiscus genotypes. *HortScience*, 60(6), 832–840. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17890-24>
- Cid-Ortega, S., & Guerrero-Beltrán, J. A. (2018). Hibiscus sabdariffa anthocyanins-rich extract: Chemical stability, in vitro antioxidant activity and antiproliferative effects against HepG2 cells. *Food and Chemical Toxicology*, 115, 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.040>
- De Moura, S. C., Berrios, J. D. J., & Hernández-Brenes, C. (2021). Microencapsulation of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) anthocyanins: Physicochemical characteristics, in vitro bioaccessibility and application in cookies. *Food Science & Nutrition*, 9(12), 6789–6801. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2659>
- Fernández-Arroyo, S., Camps, J., Menendez, J. A., & Joven, J. (2023). Antioxidant and antiradical activities of Hibiscus sabdariffa L. extracts encapsulated in calcium alginate spheres. *Antioxidants*, 12(4), 815. <https://doi.org/10.3390/antiox12040815>
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230–235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- García-Villalba, R., Espín, J. C., & Tomás-Barberán, F. A. (2023). Optimization of the extraction of antioxidant compounds from roselle Hibiscus calyces (Hibiscus sabdariffa), as a source of nutraceutical beverages. *Molecules*, 28(6), 2628. <https://doi.org/10.3390/molecules28062628>
- Gharzouli, K., Gharzouli, R., & Khennouf, S. (2016). Extraction of anthocyanins from Hibiscus sabdariffa and assessment of its antioxidant properties in extra virgin olive oil. *Journal of Food Science and Technology*, 53(11), 4025–4033. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2395-4>
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101–117. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6)
- Hernández, M., Gutiérrez-López, G. F., & Alamilla-Beltrán, L. (2022). Microencapsulation of anthocyanins from Hibiscus sabdariffa and their application in a functional drink. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 21(2), 1–15.
- Hirunpanich, V., Srisuk, P., Thitipramote, N., Janta, S., & Iamprasert, S. (2022). Potential effects of anthocyanin-rich roselle (Hibiscus sabdariffa L.) extract on glucose uptake in human hepatocellular carcinoma HepG2 cells. *Molecules*, 27(6), 1901.

<https://doi.org/10.3390/molecules27061901>

- Mohamed, G. E. M., Santos, J., Duarte, I., & Santos, C. (2009). Antioxidant activity in different parts of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts and potential exploitation of the seeds. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 4063–4072.
- Sukhov, A., Khomenko, T., Babych, M., & Shutuk, V. (2022). The art and science of writing narrative reviews. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 11(9), 5000–5003. https://doi.org/10.4103/jfmmpc.jfmmpc_1045_22
- Tahir, A., Rehman, A., Iqbal, Z., & Hussain, I. (2023). Comparative study on the chemical profile, antioxidant activity, and enzyme inhibition property of extracts from red and white roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *ACS Omega*, 8(42), 39512–39525. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c05217>
- Wong, P. K., Yusof, S., Ghazali, H. M., & Che Man, Y. B. (2002). Anthocyanin and antioxidant capacity in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Research International*, 35(4), 351–356. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00129-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00129-6).