

Potensi Bioaktif Flavonoid dalam Tanaman Herbal: Kajian Literatur Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Cengkeh dan Daun Salam

Saeful Amin¹, Alya Auliya Ismail², Della Andriani³, Nimas Ayu Kencana Wijayanti⁴

^{1,2,3,4}Program Studi S1 Farmasi Universitas Bakti Tunas Husada

Corresponding Author: Alya Auliya Ismail, e-mail: alyaaulia946@gmail.com

Published: May, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun salam (*Syzygium polyanthum*). Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Kadar flavonoid total ditentukan menggunakan metode kolorimetri dengan standar kuersetin, sedangkan uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) untuk mengukur kemampuan penangkapan radikal bebas yang dinyatakan sebagai nilai IC₅₀. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun cengkeh memiliki kadar flavonoid total sebesar 206,447 mgQE/g dengan nilai IC₅₀ 3,026 µg/mL, sedangkan ekstrak etanol daun salam memiliki kadar flavonoid total sebesar 165,658 mgQE/g dengan nilai IC₅₀ 3,555 µg/mL. Nilai IC₅₀ yang diperoleh dari kedua sampel menunjukkan kategori aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Terdapat korelasi positif antara kadar flavonoid total dengan kemampuan antioksidan ekstrak. Dengan demikian, daun cengkeh menunjukkan potensi yang lebih tinggi sebagai sumber antioksidan alami dibandingkan daun salam.

Kata Kunci: Flavonoid, Antioksidan, DPPH, *Syzygium aromaticum*, *Syzygium polyanthum*, IC₅₀

ABSTRACT

*This study aimed to analyze the total flavonoid content and antioxidant activity of ethanol extracts from clove leaves (*Syzygium aromaticum*) and bay leaves (*Syzygium polyanthum*). Extraction was performed using maceration with 96% ethanol as the solvent. Total flavonoid content was determined using a colorimetric method with quercetin as a standard, while antioxidant activity was assessed using the DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) method to evaluate free radical scavenging ability, expressed as IC₅₀ values. The results showed that the ethanol extract of clove leaves contained 206.447 mgQE/g of flavonoids with an IC₅₀ value of 3.026 µg/mL, while the bay leaf extract contained 165.658 mgQE/g with an IC₅₀ value of 3.555 µg/mL. Both extracts demonstrated very strong antioxidant activity based on IC₅₀ values. A positive correlation was observed between total flavonoid content and antioxidant capacity. Thus, clove leaves exhibit higher potential as a natural antioxidant source compared to bay leaves.*

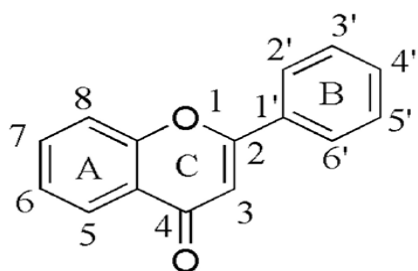
Keywords: Flavonoids, Antioxidants, DPPH, *Syzygium aromaticum*, *Syzygium polyanthum*, IC₅₀

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Daun salam (*Syzygium polyanthum*) dan daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan dua jenis tanaman yang diketahui mengandung flavonoid dalam kadar yang cukup tinggi. Kandungan flavonoid dalam kedua tanaman ini berkontribusi terhadap berbagai aktivitas farmakologi, termasuk sebagai antioksidan alami. Senyawa flavonoid dalam daun salam dan daun cengkeh diduga berperan dalam menangkal radikal bebas yang dihasilkan dari proses metabolisme tubuh, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pengembangan sediaan fitofarmaka yang bersifat protektif terhadap penyakit degeneratif. Selain itu, kedua tanaman ini telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional, di antaranya untuk mengatasi peradangan, menurunkan risiko infeksi, hingga mendukung kesehatan jantung, yang berkaitan erat dengan aktivitas senyawa flavonoid di dalamnya.

Flavonoid adalah senyawa polifenol yang mempunyai 15 atom karbon yang tersusun dalam konfigurasi C6-C3-C6. Struktur ini terdiri dari dua cincin benzene yang tersubstitusi, yang dihubungkan oleh rantai alifatik berisi tiga atom karbon (Wang *et al.*, 2018).



Gambar 1. Rangka dasar struktur flavonoid (Wang *et al.*, 2018)

Flavonoid merupakan senyawa yang secara umum terdapat di hampir semua tumbuhan hijau, sehingga senyawa ini dapat dijumpai dalam berbagai ekstrak tanaman. Flavonoid termasuk golongan senyawa yang tersebar luas di alam, dan hingga saat ini telah teridentifikasi lebih dari 9.000 jenis flavonoid. Kebutuhan flavonoid dalam tubuh bervariasi, berkisar antara 20 mg hingga 500 mg per hari, yang umumnya diperoleh dari suplemen atau makanan seperti teh, anggur merah, apel, bawang, dan tomat. Flavonoid juga berperan dalam pembentukan pigmen warna pada tanaman, seperti warna kuning, merah, orange, biru, dan ungu yang terlihat pada buah, bunga, dan daun. Selain itu, flavonoid termasuk dalam kelompok senyawa polifenol yang bersifat larut dalam air (Arifin and Ibrahim, 2018). Flavonoid bioaktif dikenal sebagai salah satu fitokimia paling penting dalam bahan pangan, karena memiliki berbagai manfaat biologis yang signifikan bagi kesehatan manusia. Flavonoid memiliki beberapa subkelas, yaitu flavon, flavonol, flavanol, flavanon, flavanolol, isoflavone, dihidroflavonol, bioflavonoid, kalkon, auron, dan antosianidin (Amin *et al.*, 2022). Flavanol ditemukan dalam anggur merah (*ex-catechins*), flavanon ditemukan pada makanan citrus (*ex-narigenin*), flavon (*exapigenin*) ditemukan dalam bumbu berdaun hijau, isoflavon ditemukan pada makanan kedelai. Pada tanaman, flavonoid umumnya ditemukan dalam bentuk glikosilasi atau metilasi, yang membuat strukturnya lebih stabil, mudah diperoleh, dan memiliki bioaktivitas yang lebih baik. Proses glikosilasi flavonoid

dapat dilakukan secara biologis menggunakan enzim glycosyltransferase, yang berfungsi, mengkatalisis penempelan molekul gula ke senyawa aglikon, membentuk senyawa glikosida (Gantt *et al.*, 2011 dan Thuan *et al.*, 2013).

Flavonoid memiliki berbagai efek bioaktif termasuk antivirus, anti-inflamasi (Wang *et al.*, 2016), kardioprotektif, antidiabetes, anti kanker (Marzouk, 2016) antipenuaan, antioksidan (Munhoz *et al.*, 2014). Antioksidan ialah suatu inhibitor yang digunakan untuk menghambat autooksidasi. Flavonoid merupakan senyawa pereduksi yang dapat menghambat banyak reaksi oksidasi. Flavonoid memiliki kemampuan sebagai antioksidan karena mampu mentransfer sebuah electron kepada senyawa radikal bebas (Haeria *et al.*, 2016). Antioksidan berperan dalam menetralkan radikal bebas, sehingga diharapkan mampu mencegah kerusakan sel tubuh serta mengurangi risiko munculnya penyakit degenerative (Amin *et al.*, 2025). Saat ini, penggunaan antioksidan alami semakin diminati oleh masyarakat karena beberapa penelitian menunjukkan bahwa antioksidan sintetis dapat menimbulkan efek samping, termasuk potensi karsinogenik, terutama bila digunakan dalam dosis tinggi dan dalam jangka waktu yang panjang (Ipandi *et al.*, 2016). Oleh sebab itu, pencarian senyawa antioksidan alami yang baru atau pengembangan dari sumber yang sudah ada perlu terus dilakukan, agar dapat menyediakan agen penangkal radikal bebas yang lebih aman bagi Kesehatan manusia. Upaya ini umumnya difokuskan pada pemanfaatan sumber daya alam sebagai bahan baku utama. Berdasarkan uraian di atas, diperlukan kajian lebih lanjut mengenai potensi tanaman lokal seperti daun cengkeh dan daun salam sebagai sumber flavonoid dan antioksidan. Oleh karena itu *review* ini bertujuan untuk mengkaji potensi kandungan flavonoid pada daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun salam (*Syzygium polyanthum*) sebagai sumber antioksidan alami yang berperan dalam menetralkan radikal bebas dan mencegah terjadinya kerusakan sel.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur yang dilakukan secara sistematis untuk mengkaji potensi bioaktif flavonoid dalam ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun salam (*Syzygium polyanthum*) serta hubungannya dengan aktivitas antioksidan. Penelusuran artikel dilakukan melalui basis data ilmiah daring seperti Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect, dengan menggunakan kata kunci seperti “*flavonoid activity*” or “*bioactive flavonoids*” and (“*clove leaves*” or “*Syzygium aromaticum*”) and (“*bay leaves*” or “*Syzygium polyanthum*”) and (“*antioxidant activity*” or “*DPPH*” or “*total flavonoid content*”). Literatur yang ditelusuri dibatasi pada artikel yang dipublikasikan dalam kurun waktu 2012 hingga 2022. Artikel yang dipilih adalah hasil penelitian eksperimental yang secara spesifik mengkaji kandungan flavonoid dan uji aktivitas antioksidan terhadap daun cengkeh dan daun salam, serta menyertakan metode dan hasil kuantitatif seperti kadar flavonoid total (dalam satuan mgQE/g) dan nilai IC50.

Kriteria inklusi dalam studi ini adalah artikel orisinal yang menggunakan metode ekstraksi pelarut (seperti etanol 96% atau metanol 70%) dan menggunakan metode kolorimetri untuk uji flavonoid total serta metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) untuk pengujian aktivitas antioksidan. Artikel yang hanya berupa ulasan (review), prosiding, abstrak tanpa full text, atau yang mencampur hasil ekstrak dengan tanaman lain tanpa pemisahan data secara jelas, dikeluarkan dari kajian.

Berdasarkan artikel yang terpilih, khususnya jurnal oleh Aklimah dan Ekayanti (2022), prosedur laboratorium yang dilakukan dalam penelitian tersebut meliputi beberapa tahapan. Pertama, proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Sebanyak 500 gram serbuk simplisia daun cengkeh dan daun salam dimaserasi dengan 2 liter etanol selama 3 hari sambil diaduk secara berkala. Setelah itu, campuran disaring, dan residu diekstraksi ulang dua kali menggunakan etanol baru masing-masing sebanyak 1 liter. Ekstrak yang diperoleh kemudian diuapkan dengan rotary evaporator untuk menghasilkan ekstrak kental.

Selanjutnya, uji kadar flavonoid total dilakukan dengan metode kolorimetri menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm. Prosesnya melibatkan pencampuran ekstrak yang telah diencerkan dengan larutan aluminium klorida 10%, kalium asetat 1 M, dan akuades. Sampel diinkubasi selama 40 menit pada suhu kamar, dan kuersetin digunakan sebagai standar pembanding. Untuk uji aktivitas antioksidan, metode DPPH digunakan dengan cara mencampur larutan DPPH 0,1 mM dalam metanol dengan ekstrak pada berbagai konsentrasi. Campuran dikocok dan diinkubasi selama 30 menit dalam kondisi gelap, kemudian absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm. Nilai IC₅₀ dihitung dari grafik regresi linier antara konsentrasi ekstrak dan persen inhibisi. Nilai IC₅₀ yang rendah menunjukkan kemampuan antioksidan yang tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Artikel ini menyajikan data dari beberapa penelitian yang mengukur kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan daun cengkeh dan daun salam menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), yaitu uji kemampuan suatu senyawa atau ekstrak dalam menangkap radikal bebas. Metode DPPH merupakan salah satu metode spektrofotometri yang umum digunakan untuk mengukur kapasitas antioksidan suatu senyawa. Prinsip dari metode ini adalah reaksi antara radikal bebas DPPH yang berwarna ungu dengan antioksidan dalam sampel (Harborne, 1998). Ketika antioksidan mereduksi radikal DPPH, terjadi perubahan warna dari ungu menjadi kuning pucat. Tingkat perubahan warna ini kemudian diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm (Molyneux, 2004). Semakin besar kemampuan suatu senyawa dalam mereduksi DPPH, semakin tinggi aktivitas antioksidannya.

Hasil dari pengujian ini biasanya dinyatakan dalam bentuk nilai IC₅₀, yaitu konsentrasi ekstrak (dalam µg/mL) yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Nilai IC₅₀ yang lebih

rendah menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi. Penelitian ini mengamati kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan dari ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun salam (*Syzygium polyanthum*) yang diekstraksi dengan berbagai jenis pelarut. Pengujian dilakukan untuk menentukan efektivitas kedua tanaman sebagai sumber antioksidan alami berdasarkan dua parameter utama, yaitu kadar flavonoid total (dinyatakan dalam mg QE/g) dan nilai IC50 (dalam µg/mL).

Tabel 1. Tabel Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Cengkeh dan Daun Salam

No	Tanaman	Pelarut Ekstraksi	Kadar Flavonoid Total (mgQE/g)	Nilai IC50 (µg/mL)	Metode yang digunakan	Keterangan	Sumber
1	Daun Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Etanol 96%	206,447	3,026	DPPH	Aktivitas antioksidan sangat kuat	(Aklimah and Ekayanti, 2022)
2	Daun salam (<i>Syzygium polyanthum</i>)	Etanol 96%	165,658	3,555	DPPH	Aktivitas antioksidan sangat kuat	(Aklimah and Ekayanti, 2022)
3	Daun Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Methanol p.a	73,08	-	Spektrofotometri UV-Vis (λ maks 418 nm)	-	(Wahyuliansih <i>et al.</i> , 2016)
4	Daun Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Minyak esensial	-	2,75	DPPH	Aktivitas antioksidan tertinggi	(El-Refai <i>et al.</i> , 2020)
		Air	-	50,76		Aktivitas antioksidan tinggi	
		Etanol	-	30,15		Aktivitas antioksidan lemah	

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun salam (*Syzygium polyanthum*) menunjukkan kandungan flavonoid total yang cukup tinggi dan aktivitas antioksidan yang sangat baik. Ekstraksi daun cengkeh menggunakan pelarut etanol 96% menghasilkan kadar flavonoid total sebesar 206,447 mg QE/g, dengan nilai IC50 sebesar 3,026 µg/mL dalam uji DPPH. Nilai IC50 yang sangat rendah ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun cengkeh memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat, sejalan dengan tingginya kadar flavonoid yang terkandung di dalamnya. Semakin tinggi kadar flavonoid umumnya akan meningkatkan kemampuan senyawa tersebut dalam menangkap dan menetralkan radikal bebas.

Sementara itu, ekstrak daun salam yang juga diperoleh melalui proses ekstraksi dengan etanol 96% memiliki kadar flavonoid total sebesar 165,658 mg QE/g, dengan nilai IC₅₀ sebesar 3,555 µg/mL. Nilai IC₅₀ ini juga berada dalam kategori sangat kuat, meskipun sedikit lebih tinggi dari ekstrak daun cengkeh, yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidannya sedikit lebih rendah. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh perbedaan kandungan senyawa bioaktif pada kedua tanaman, di mana daun cengkeh terbukti memiliki kadar flavonoid yang lebih tinggi sehingga mampu memberikan aktivitas antioksidan yang lebih kuat.

Selain itu, dalam penelitian lain, ekstrak daun cengkeh yang diperoleh dengan pelarut methanol p.a menunjukkan kadar flavonoid sebesar 73,08 mg QE/g. Sayangnya, dalam penelitian ini tidak dicantumkan nilai IC₅₀, sehingga efektivitas aktivitas antioksidan tidak dapat ditentukan secara pasti. Namun, mengingat kadar flavonoidnya lebih rendah dibandingkan hasil ekstraksi menggunakan etanol 96%, maka besar kemungkinan aktivitas antioksidannya juga berada di bawah ekstrak etanol.

Pada penelitian lain yang menggunakan minyak esensial dari daun cengkeh, meskipun kadar flavonoid tidak diukur, uji DPPH menunjukkan bahwa ekstrak ini memiliki nilai IC₅₀ paling rendah yaitu sebesar 2,75 µg/mL. Nilai ini merupakan yang paling tinggi dalam efektivitas antioksidan dibandingkan semua ekstrak lainnya, yang mengindikasikan bahwa senyawa aktif di dalam minyak esensial tidak hanya berasal dari flavonoid, tetapi juga dari komponen bioaktif lain seperti eugenol yang memang dikenal memiliki aktivitas antioksidan kuat.

Ekstrak air daun cengkeh dilaporkan memiliki kadar flavonoid sebesar 50,76 mg QE/g, meskipun nilai IC₅₀ tidak dijelaskan dalam penelitian, namun aktivitas antioksidannya dikategorikan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun air bukan pelarut yang paling efektif untuk mengekstraksi flavonoid dibandingkan etanol atau metanol, senyawa antioksidan lain di dalam daun cengkeh tetap mampu larut dan memberikan efek protektif terhadap radikal bebas.

Sebaliknya, ekstrak etanol daun cengkeh lain yang tidak dijelaskan konsentrasi pelarutnya secara rinci hanya mengandung flavonoid total sebesar 30,15 mg QE/g dan dalam penelitian tersebut disebutkan memiliki aktivitas antioksidan yang lemah. Temuan ini kembali menegaskan adanya hubungan yang erat antara kadar flavonoid dalam ekstrak dengan kekuatan aktivitas antioksidan yang dihasilkan, di mana semakin tinggi kandungan flavonoid, umumnya semakin besar pula potensi antioksidan dari ekstrak tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur terhadap potensi bioaktif flavonoid dalam tanaman herbal, khususnya ekstrak etanol daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun salam (*Syzygium polyanthum*), dapat disimpulkan bahwa kedua tanaman tersebut memiliki kandungan flavonoid yang tinggi serta aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Hasil uji menunjukkan bahwa kadar flavonoid total

pada ekstrak daun cengkeh mencapai 206,447 mgQE/g, sedangkan pada daun salam sebesar 165,658 mgQE/g. Ini menunjukkan bahwa daun cengkeh memiliki kandungan flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan daun salam. Dari segi aktivitas antioksidan, yang diukur melalui metode DPPH, ekstrak daun cengkeh menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 3,026 µg/mL, sedangkan ekstrak daun salam memiliki nilai IC₅₀ sebesar 3,555 µg/mL. Nilai IC₅₀ yang rendah ini menandakan bahwa kedua ekstrak memiliki kemampuan sangat kuat dalam menangkal radikal bebas, dengan efektivitas daun cengkeh yang sedikit lebih tinggi dibandingkan daun salam.

DAFTAR PUSTAKA

Aklimah, M. and Ekayanti, M. (2022) 'PENETAPAN FLAVONOID TOTAL DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL DAUN CENGKEH (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr) DAN DAUN SALAM (*Syzygium polyanthum* Thwaites)', *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 10(2), pp. 11–14. Available at: <https://doi.org/10.37304/jkupr.v10i2.5536>.

Amin, S. and Maharani, K.D. (2025) 'ANTIOKSIDAN NEUROPROTEKTIF UNTUK TERAPI ALZHEIMER', 1(6), pp. 1369–1375.

Amin Saeful, Utami Fadhillah, M.S. (2022) *Skrining Virtual Senyawa Flavonoid Sebagai Inhibitor Main Protease Untuk Kandidat Anti-Sars-Cov-2*. Yogyakarta: CV BUDI UTAMA. Available at: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=7V5OEQAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=iGSxgJdt9u&sig=N_EPE5CT6ZlgmKH-OdTf_jIoOtA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

Arifin, B. and Ibrahim, S. (2018) 'Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid', *Jurnal Zarah*, 6(1), pp. 21–29. Available at: <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.313>.

El-Refai, A.A. *et al.* (2020) 'Antioxidants and Antibacterial Activities of Bioactive Compounds of Clove (*Syzygium aromaticum*) and Thyme (*Tymus vulgaris*) Extracts.', *Journal of Food and Dairy Sciences*, 11(9), pp. 265–269. Available at: <https://doi.org/10.21608/jfds.2020.118367>.

Gantt, Peltier-Pain, T. (2011) 'Enzymatic Methods For Glyco (Diversification/Randomization) Of Drugs And Small Molecules. Natural Product Reports.', 28, pp. 1811–1853.

Haeria, Hermawati, A.T.U.D.P. (2016) 'Penentuan Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Bidara (*Ziziphus spina-christi* L.)', *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 2, p. 58.

Harborne (1998) *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis*. 3rd edn. London: Chapman & Hall.

Ipandi, I., Triyasmono, L. and Prayitno, B. (2016) 'Penentuan Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kajajahi (*Leucosyke capitellata* Wedd.)', *Jurnal Pharmascience*, 5(1), pp. 93–100.

Marzouk, M.M. (2016) 'Flavonoid constituents and cytotoxic activity of *Erucaria hispanica* (L.) Druce growing wild in Egypt', *Arabian Journal of Chemistry*, 9, pp. S411–S415. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.05.010>.

Molyneux (2004) 'The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicryl-Hydrazyl (DPPH) for

Estimating Antioxidant Activity', *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 50(June 2003), pp. 211–219.

Munhoz, V.M. *et al.* (2014) 'Extraction of flavonoids from *Tagetes patula*: Process optimization and screening for biological activity', *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 24(5), pp. 576–583. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2014.10.001>.

Thuan, Pandey, Thuy, Park, S. (2013) 'Improvement Of Regiospecific'.

Wahyulianingsih, Handayani, S. and Malik, A. (2016) 'Determination of total flavonoids content of clove leaf extract (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry)', *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 3(2), pp. 188–193.

Wang, Q. *et al.* (2016) 'Anti-inflammatory effects, nuclear magnetic resonance identification, and high-performance liquid chromatography isolation of the total flavonoids from *Artemisia frigida*', *Journal of Food and Drug Analysis*, 24(2), pp. 385–391. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.11.004>.

Wang, T. yang, Li, Q. and Bi, K. shun (2018) 'Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate', *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 13(1), pp. 12–23. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2017.08.004>.