LITERATURE REVIEW: PERBANDINGAN KANDUNGAN FENOLIK DAN FLAVONOID EKSTRAK GENUS CITRUS MENGGUNAKAN PELARUT ETANOL DAN METANOL

Diah Hikmatin Anjanisa[1], Indra Purnomo[2]

[1,2]*Universitas Mataram*
E-mail : diah27anjanisa@gmail.com

ABSTRACT

The Citrus genus contains a variety of bioactive substances, particularly phenolic compounds and flavonoids. The content of these compounds can be influenced by the type of solvent used during the extraction process. Ethanol and methanol are two solvents frequently employed to extract phenolic compounds and flavonoids from plants within the Citrus genus. This study aims to compare the Total Phenolic Content (TPC) and Total Flavonoid Content (TFC) in extracts from the Citrus genus using ethanol and methanol solvents. A descriptive-comparative literature review approach was adopted for this study. Literature was gathered via Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, and SpringerLink, based on criteria including research articles published between 2016 and 2026, full-text availability, and a focus on TPC and/or TFC in the Citrus genus using ethanol or methanol. A total of 16 articles were analyzed, taking into account species, plant parts, solvent type and concentration, extraction methods, and TPC and TFC values. The findings indicate variations in TPC and TFC levels between extracts obtained using ethanol or methanol. Differences in results are attributable to the plant species, the specific plant parts used, solvent concentrations, and the extraction methods applied. Therefore, when comparing the effectiveness of ethanol and methanol in yielding phenolic compounds and flavonoids from the Citrus genus, it is essential to consider the extraction conditions specific to each study.

Keywords : *Citrus, Ethanol, Methanol, Phenolic, Flavonoid, TPC, TFC.*

ABSTRAK

Genus *Citrus* mengandung beragam zat bioaktif, khususnya senyawa fenolik dan flavonoid. Kandungan senyawa ini bisa dipengaruhi oleh jenis pelarut yang diterapkan saat proses ekstraksi. Etanol dan metanol adalah dua pelarut yang sering digunakan untuk mengekstrak senyawa fenolik serta flavonoid dari tanaman dalam genus *Citrus*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan total kandungan fenolik (*Total Phenolic Content*/TPC) dan total flavonoid (*Total Flavonoid Content*/TFC) dalam ekstrak dari genus *Citrus* dengan menggunakan pelarut etanol dan metanol. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan pustaka dengan pendekatan deskriptif-komparatif. Literatur dikumpulkan melalui *Google Scholar, PubMed, ScienceDirect*, dan *SpringerLink* dengan kriteria artikel penelitian yang diterbitkan antara tahun 2016 hingga 2026, yang aksesnya tersedia secara penuh, serta membahas TPC dan/atau TFC pada genus Citrus dengan pelarut etanol/methanol atau keduanya. Sebanyak 16 artikel dianalisis dengan memperhatikan spesies, bagian tanaman, tipe dan konsentrasi pelarut, metode ekstraksi, dan nilai TPC serta TFC. Temuan dari kajian ini menunjukkan variasi dalam kandungan TPC dan TFC antara ekstrak yang menggunakan etanol atau methanol. Perbedaan dalam hasil penelitian berkaitan dengan spesies tanaman, bagian dari tanaman yang digunakan, konsentrasi pelarut, serta metode ekstraksi yang diterapkan. Oleh karena itu, dalam membandingkan efektivitas etanol dan metanol dalam menghasilkan senyawa fenolik dan flavonoid pada genus *Citrus*, penting untuk mempertimbangkan kondisi ekstraksi di masing-masing penelitian.

Kata Kunci : *Citrus, Etanol, Metanol, Fenolik, Flavonoid, TPC, TFC.*

PENDAHULUAN

Genus *Citrus* merupakan kelompok tanaman yang banyak dimanfaatkan dan mengandung berbagai senyawa bioaktif, terutama fenolik dan flavonoid yang terdapat pada berbagai bagian tanaman (Pandey *et al.*, 2019). Senyawa tersebut berkontribusi terhadap berbagai aktivitas biologis dan menjadikan *Citrus* berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif (Alwazeer *et al.*, 2023).

Kandungan fenolik dan flavonoid pada *Citrus* dapat berbeda berdasarkan spesies dan bagian tanaman yang digunakan, seperti kulit, daun, dan buah (Zahoor *et al.*, 2016). Selain karakteristik tanaman, hasil ekstraksi juga dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi pelarut serta metode ekstraksi yang digunakan (Kaur *et al.*, 2024). Perbedaan kondisi tersebut dapat menyebabkan variasi kandungan senyawa yang diperoleh antarpenelitian.

Etanol dan metanol merupakan pelarut yang banyak digunakan untuk mengekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid dari berbagai spesies *Citrus* (Liew *et al.*, 2018). Penggunaan kedua pelarut tersebut dapat menghasilkan perbedaan kandungan fenolik total (*Total Phenolic Content*/TPC) dan flavonoid total (*Total Flavonoid Content*/TFC), tetapi hasilnya tidak selalu menunjukkan pola yang sama pada setiap penelitian (El-Beltagi *et al.*, 2022). Oleh karena itu, perbandingan kedua pelarut perlu mempertimbangkan kondisi ekstraksi yang digunakan dalam masing-masing penelitian.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan kajian literatur yang membandingkan kandungan TPC dan TFC ekstrak genus *Citrus* menggunakan pelarut etanol dan/atau metanol. Kajian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kecenderungan hasil penggunaan kedua pelarut dengan mempertimbangkan spesies, bagian tanaman, konsentrasi pelarut, dan metode ekstraksi yang digunakan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan pendekatan deskriptif-komparatif. Literatur ditelusuri melalui *Google Scholar, PubMed, ScienceDirect,* dan *SpringerLink* menggunakan kata kunci *Citrus*, etanol, metanol, TPC, dan TFC. Sebanyak 16 artikel penelitian tahun 2016–2026 yang tersedia secara *full text* dianalisis berdasarkan spesies, bagian tanaman, pelarut, metode ekstraksi, serta nilai TPC dan TFC. Artikel yang membandingkan etanol dan metanol secara langsung digunakan sebagai dasar perbandingan, sedangkan artikel yang menggunakan salah satu pelarut digunakan sebagai data pendukung.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Artikel yang dikaji memiliki karakteristik yang beragam berdasarkan spesies, bagian tanaman, pelarut, konsentrasi pelarut, dan metode ekstraksi. Karakteristik penelitian diringkas pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Ringkasan Karakteristik Penelitian

No.	Penulis (Tahun)	Spesies	Bagian	Pelarut	Metode Ekstraksi	Parameter
1	Zahoor *et al.* (2016)	*Citrus reticulata*	Kulit	Metanol 100% &	Maserasi	TPC & TFC

				etanol 100%		
2	Rout *et al.* (2026)	*Citrus aurantifolia*	Kulit	Metanol	Maserasi dingin & Soxhlet	TPC & TFC
3	Pandey *et al*. (2019)	*Citrus medica*	Daun	Metanol	Maserasi	TPC & TFC
4	Herlina *et al.* (2024)	*Citrus limon*	Daun	Etanol 96%	UAE	TPC & TFC
5	Desmiaty *et al.* (2024)	*Citrus aurantifolia*	Kulit	Etanol 70%	UAE	TPC & TFC
6	Fadhlillah *et al.* (2024)	*Citrus reticulata*	Kulit	Etanol 96%, etil asetat, n-heksan	Maserasi	TPC & TFC
7	Kaur *et al.* (2024)	*Citrus reticulata*	Kulit	Metanol dan etanol	Maserasi, Soxhlet, MAE, UAE	TPC
8	Ashraf *et al.* (2024)	*Citrus sinensis*	Kulit	Metanol 50%, etanol 50%, dan air	Ekstraksi dengan pengocokan	TPC & TFC
9	Kaur *et al.* (2020)	*Citrus medica*	Kulit	Metanol dan etanol	Maserasi, orbital shaking, UAE, Soxhlet	TPC
10	Liew *et al.* (2018)	*Citrus sinensis*	Kulit	Metanol 100%, dan etanol 70%,	Ekstraksi konvensional	TPC & TFC
11	Iglesias-Carres *et al.* (2019)	*Citrus sinensis*	Pulp	Metanol 90% dan etanol 90%	Ekstraksi dengan pengocokan/agitasi;	TPC
12	Musiam *et al.* (2022)	*Citrus reticulata*	Kulit	Metanol	Maserasi	TFC
13	Uçak & Khalily (2022)	*Citrus sinensis* & *Citrus limon*	Kulit	Etanol 70% dan Metanol 70%	UAE	TPC

14	Estrada-Sierra *et al.* (2022)	*Citrus aurantium*	Ampas/Residu	Etanol	Maserasi	TFC
15	El-Beltagi *et al.* (2022)	*Citrus sinensis*	Kulit	Etanol dan methanol	Ekstraksi pelarut	TPC & TFC
16	Alwazeer *et al.* (2023)	*Citrus limon*	Kulit	Etanol dan methanol	Pengocokan (shaking)	TPC & TFC

Berdasarkan Tabel 1, penelitian yang direview menggunakan beberapa spesies *Citrus*, dengan kulit sebagai bagian tanaman yang paling banyak digunakan. Pelarut yang digunakan meliputi metanol dan etanol dengan konsentrasi yang bervariasi, mulai dari pelarut murni hingga konsentrasi 50–96%. Variasi tersebut menunjukkan bahwa ekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid pada genus *Citrus* dilakukan menggunakan kondisi pelarut yang berbeda sesuai dengan karakteristik bahan dan senyawa yang ditargetkan.

Metode ekstraksi yang digunakan juga beragam, seperti maserasi, Soxhlet, UAE, MAE, dan metode pengocokan. Dari keseluruhan penelitian, maserasi dan UAE merupakan metode yang cukup sering digunakan. Perbedaan jenis dan konsentrasi pelarut serta metode ekstraksi tersebut menjadi salah satu faktor yang dapat menyebabkan perbedaan kandungan fenolik dan flavonoid yang diperoleh pada masing-masing penelitian. Hasil karakteristik penelitian ini selanjutnya menjadi dasar untuk membandingkan nilai TPC dan TFC pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Perbandingan Langsung Dan Pendukung Nilai TPC Dan TFC Pada Genus *Citrus*

No.	Penulis	Spesies	Pelarut	TPC	TFC	Kategori
1	Zahoor *et al.* (2016)	C. reticulata	Metanol 100% Etanol 100%	66,10 mg ± 0,17 GAE/g 35,92 ± 0,13 mg GAE/g	29,43 ± 0,14 mg CE/g 29,43 ± 0,05 mg CE/g	Perbandingan Langsung
2	Rout *et al.* (2026)	C. aurantifolia	Metanol	98,6 mg GAE/g	70,05 mg QE/g	Pendukung/satu pelarut
3	Pandey *et al.* (2019)	C. medica	Metanol	34,22 mg GAE/g DW	28,96 mg QE/g DW	Pendukung/satu pelarut
4	Herlina *et al*. (2024)	C. limon	Etanol 96%	335,80 ± 0,80 mg GAE/g	32,09 ± 0,45 mg QE/g	Pendukung/satu pelarut
5	Desmiaty *et al.* (2024)	C. aurantifolia	Etanol 70%	6,30 mg GAE/g†	17,34 mg QE/g†	Pendukung/satu pelarut
6	Fadhlillah *et al.* (2024)	C. reticulata	Etanol 96%	142,02 ± 2,56 mg GAE/g	45,96 ± 0,19 mg QE/g	Pendukung/satu pelarut
7	Kaur *et al.* (2024)	C. reticulata	Metanol 80%	3,78 mg GAE/g	-	Pendukung/satu pelarut

8	Ashraf *et al*. (2024)	C. sinensis	Metanol 50% Etanol 50%	189,6 ± 5,2 mg GAE/100 g 184,4 ± 5,1 mg GAE/100 g	80,05 ± 5,2 mg QE/100 g 74,0 ± 5,1 mg QE/100 g	Perbandingan Langsung
9	Kaur *et al.* (2020)	C. medica	Metanol 80% Etanol 80%	30 mg GAE/g 28,5 mg GAE/g	- -	Perbandingan Langsung
10	Liew *et al.* (2018)	C. sinensis	Metanol 100% Etanol 70%	36,09 ± 2,87 mg GAE/g 33,07 ± 2,66 mg GAE/g	4,61 ± 0,08 mg CE/g 4,35 ± 0,20 mg CE/g	Perbandingan Langsung
11	Iglesias-Carres *et al.* (2019)	C. sinensis	Etanol 90%	12,95 ± 0,51 mg GAE/g	-	Pendukung/satu pelarut
12	Musiam *et al*. (2022)	C. reticulata	Metanol	-	30,083 ± 0,00386 % (b/b)	Pendukung/satu pelarut
13	Uçak & Khalily (2022)	C. sinensis	Etanol 70% Metanol 70%	387,7 ± 9,14 mg GAE/g 70,60 ± 0,29 mg GAE/g	238,1 mg GAE/g -	Perbandingan Langsung
14	Estrada-Sierra *et al.* (2022)	C. aurantium	Etanol	-	7,4 mg QE/g	Pendukung/satu pelarut
15	El-Beltagi *et al*. (2022)	C. sinensis	Etanol Metanol	143,7 ± 2,0 mg GAE/100 g BK 155,4 ± 2,0 mg GAE/100 g BK	10,2 ± 0,3 mg QE/g BK 15,7 ± 0,3 mg QE/g BK	Perbandingan Langsung
16	Alwazeer *et al.* (2023)	C. limon	Etanol Metanol	16,29 ± 0,147 mg GAE/g 18,31 ± 0,147 mg GAE/g	7,68 ± 0,08 mg QE/g 7,59 ± 0,27 mg QE/g	Perbandingan Langsung

Hasil kajian terhadap 16 penelitian menunjukkan adanya variasi kandungan fenolik total (*Total Phenolic Content*/TPC) dan flavonoid total (*Total Flavonoid Content*/TFC) pada ekstrak berbagai spesies *Citrus* yang menggunakan etanol, metanol, maupun kedua pelarut tersebut. Perbedaan nilai TPC dan TFC antarpenelitian tidak hanya berkaitan dengan jenis pelarut, tetapi juga dengan spesies, bagian tanaman, konsentrasi pelarut, metode ekstraksi, serta kondisi analisis yang digunakan. Oleh karena itu, perbandingan etanol dan metanol dalam kajian ini terutama

didasarkan pada penelitian yang menggunakan kedua pelarut sehingga memberikan data pembanding yang lebih relevan.

Penelitian Zahoor *et al.* (2016) pada kulit *Citrus reticulata* menunjukkan bahwa metanol 100% menghasilkan TPC sebesar 66,10 mg GAE/g, sedangkan TFC tertinggi sebesar 29,43 mg CE/g diperoleh pada ekstrak etanol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metanol menghasilkan TPC yang lebih tinggi, sedangkan etanol memberikan TFC yang lebih tinggi pada kondisi penelitian tersebut. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa respons terhadap jenis pelarut dapat berbeda antara kelompok senyawa fenolik dan flavonoid.

Kecenderungan metanol menghasilkan TPC lebih tinggi juga ditemukan pada penelitian Kaur *et al.* (2020) pada kulit *Citrus medica*. Ekstrak metanol 80% menghasilkan TPC sebesar 30 mg GAE/g, sedangkan etanol 80% menghasilkan 28,5 mg GAE/g. Selisih nilai yang relatif kecil menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu kemampuan kedua pelarut dalam menghasilkan TPC dapat relatif berdekatan. Hasil serupa dilaporkan oleh Liew *et al.* (2018) pada kulit *Citrus sinensis*, dengan TPC sebesar 36,09 ± 2,87 mg GAE/g dan TFC sebesar 4,61 ± 0,08 mg CE/g pada metanol 100%, sedangkan etanol 70% menghasilkan TPC sebesar 33,07 ± 2,66 mg GAE/g dan TFC sebesar 4,35 ± 0,20 mg CE/g. Namun, hasil Liew *et al.* (2018) perlu diinterpretasikan dengan hati-hati karena konsentrasi metanol dan etanol yang digunakan berbeda.

Perbandingan yang lebih sebanding terlihat pada penelitian Ashraf *et al.* (2024) karena metanol dan etanol digunakan pada konsentrasi yang sama, yaitu 50%, untuk ekstraksi kulit *Citrus sinensis*. Metanol menghasilkan TPC sebesar 189,6 ± 5,2 mg GAE/100 g dan TFC sebesar 80,05 ± 5,2 mg QE/100 g, sedangkan etanol menghasilkan TPC sebesar 184,4 ± 5,1 mg GAE/100 g dan TFC sebesar 74,0 ± 5,1 mg QE/100 g. Hasil tersebut menunjukkan nilai TPC dan TFC yang lebih tinggi pada metanol, meskipun perbedaannya relatif kecil.

Hasil yang searah dilaporkan oleh El-Beltagi *et al.* (2022) pada kulit *Citrus sinensis*. Ekstrak metanol menghasilkan TPC sebesar 155,4 ± 2,0 mg GAE/100 g BK dan TFC sebesar 15,7 ± 0,3 mg QE/g BK, sedangkan ekstrak etanol menghasilkan TPC sebesar 143,7 ± 2,0 mg GAE/100 g BK dan TFC sebesar 10,2 ± 0,3 mg QE/g BK. Dengan demikian, metanol menghasilkan nilai yang lebih tinggi pada kedua parameter dalam penelitian tersebut. Temuan ini memperlihatkan bahwa metanol dapat menghasilkan TPC dan TFC yang lebih tinggi pada kondisi ekstraksi tertentu, tetapi belum dapat digunakan untuk menyatakan bahwa metanol selalu lebih unggul pada seluruh spesies *Citrus*.

Hasil yang berbeda terlihat pada penelitian Alwazeer *et al.* (2023) terhadap kulit *Citrus limon*. Metanol menghasilkan TPC sebesar 18,31 ± 0,147 mg GAE/g, sedangkan etanol menghasilkan 16,29 ± 0,147 mg GAE/g. Sebaliknya, TFC pada ekstrak etanol sebesar 7,68 ± 0,08 mg QE/g sedikit lebih tinggi dibandingkan metanol sebesar 7,59 ± 0,27 mg QE/g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metanol lebih tinggi pada TPC, sedangkan etanol sedikit lebih tinggi pada TFC, sehingga kecenderungan suatu pelarut dapat berbeda bergantung pada parameter yang dianalisis.

Penelitian Ucak & Khalily (2022) juga menunjukkan pengaruh jenis pelarut terhadap kandungan fenolik pada kulit jeruk. Pada kulit *Citrus sinensis*, ekstrak etanol menghasilkan TPC sebesar 387,7 mg GAE/g, sedangkan pada kulit *Citrus limon*, ekstrak etanol menghasilkan TPC sebesar 238,1 mg GAE/g. Penelitian tersebut menggunakan etanol, metanol, dan aseton sehingga menunjukkan bahwa jenis pelarut dapat menghasilkan perbedaan kandungan fenolik pada bahan tanaman yang berbeda.

Beberapa penelitian menguji etanol dan metanol tetapi tidak menyediakan data numerik yang lengkap untuk seluruh parameter sehingga tidak dapat digunakan sebagai dasar utama dalam menentukan pelarut yang lebih tinggi. Iglesias-Carres *et al.* (2019), misalnya, menggunakan metanol 90% dan etanol 90% untuk ekstraksi polifenol dari *Citrus sinensis*, tetapi nilai pembanding TPC metanol tidak tercantum dalam data yang digunakan dalam kajian ini. Kaur *et al.* (2024) juga menggunakan metanol dan etanol pada ekstraksi kulit *Citrus reticulata* dengan beberapa metode ekstraksi, dengan nilai TPC sebesar 3,78 mg GAE/g pada kondisi metanol 80%. Oleh karena itu, kedua penelitian tersebut lebih tepat digunakan sebagai data pendukung mengenai pengaruh pelarut dan metode ekstraksi daripada sebagai dasar perbandingan kuantitatif antara etanol dan metanol.

Selain penelitian yang membandingkan kedua pelarut, penelitian lainnya digunakan sebagai data pendukung untuk menunjukkan variasi kandungan TPC dan TFC pada kondisi ekstraksi tertentu. Rout *et al.* (2026) melaporkan TPC sebesar 98,6 mg GAE/g dan TFC sebesar 70,05 mg QE/g pada ekstrak kulit *Citrus aurantifolia* menggunakan metanol dengan metode Soxhlet. Pandey *et al.* (2019) memperoleh TPC sebesar 34,22 mg GAE/g DW dan TFC sebesar 28,96 mg QE/g DW pada daun *Citrus medica* menggunakan metanol. Sementara itu, Herlina *et al.* (2024) memperoleh TPC sebesar 335,80 ± 0,80 mg GAE/g dan TFC sebesar 32,09 ± 0,45 mg QE/g pada daun *Citrus limon* menggunakan etanol 96%. Perbedaan nilai tersebut tidak dapat digunakan untuk menentukan pelarut yang lebih unggul karena penelitian menggunakan spesies, bagian tanaman, konsentrasi pelarut, dan metode ekstraksi yang berbeda.

Penelitian Fadhlillah *et al.* (2024) menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit *Citrus reticulata* menghasilkan TPC sebesar 142,02 ± 2,56 mg GAE/g dan TFC sebesar 45,96 ± 0,19 mg QE/g. Desmiaty *et al.* (2024) melaporkan TPC sebesar 6,30 mg GAE/g dan TFC sebesar 17,34 mg QE/g pada kulit *Citrus aurantifolia* yang diekstraksi menggunakan etanol 70%. Musiam *et al.* (2022) juga melaporkan kandungan flavonoid pada kulit *Citrus reticulata* yang diekstraksi menggunakan metanol. Sementara itu, Estrada-Sierra *et al.* (2022) menunjukkan bahwa jenis pelarut dapat memengaruhi kandungan flavonoid pada ekstrak *Citrus aurantium*. Penelitian-penelitian tersebut memperkuat bahwa hasil ekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid dapat bervariasi berdasarkan karakteristik bahan dan kondisi ekstraksi yang digunakan.

Secara keseluruhan, penelitian yang membandingkan etanol dan metanol secara langsung menunjukkan kecenderungan metanol menghasilkan TPC lebih tinggi pada beberapa penelitian, seperti Zahoor *et al.* (2016), Kaur *et al.* (2020), Liew *et al.* (2018), Ashraf *et al.* (2024), El-Beltagi *et al.* (2022), dan Alwazeer *et al.* (2023). Namun, kecenderungan tersebut tidak selalu ditemukan pada TFC karena beberapa penelitian menunjukkan nilai TFC yang lebih tinggi pada etanol. Dengan demikian, hasil kajian belum menunjukkan bahwa satu jenis pelarut secara konsisten menghasilkan TPC dan TFC tertinggi pada seluruh spesies *Citrus*.

Perbedaan hasil antarpenelitian dapat berkaitan dengan spesies dan bagian tanaman, konsentrasi pelarut, metode ekstraksi, serta kondisi analisis yang digunakan. Perbedaan satuan dan standar pengukuran TPC dan TFC, seperti mg GAE/g, mg GAE/100 g, mg QE/g, dan mg CE/g, juga menyebabkan nilai absolut antarpenelitian tidak dapat dibandingkan secara langsung. Oleh karena itu, kecenderungan metanol menghasilkan TPC yang lebih tinggi pada beberapa penelitian perlu dipahami berdasarkan kondisi ekstraksi masing-masing, sedangkan etanol tetap menunjukkan kemampuan yang baik dalam menghasilkan senyawa fenolik dan flavonoid pada kondisi tertentu. Pemilihan pelarut dengan demikian perlu disesuaikan dengan karakteristik bahan, senyawa target, dan kondisi ekstraksi yang digunakan.

KESIMPULAN

Melalui analisis terhadap 16 penelitian, penggunaan etanol dan metanol sebagai pelarut menunjukkan variasi dalam kandungan total fenolik (TPC) serta total flavonoid (TFC) pada ekstrak dari genus *Citrus*. Dalam beberapa studi yang melakukan perbandingan langsung antara kedua pelarut, metanol umumnya menghasilkan TPC yang lebih tinggi, sedangkan etanol juga terbukti efektif dalam menghasilkan TFC di beberapa kondisi tertentu. Meskipun demikian, pola ini tidak berlaku secara konsisten di seluruh spesies Citrus. Variasi hasil ini dipengaruhi oleh jenis spesies dan bagian tanaman, konsentrasi pelarut, metode serta kondisi dalam proses ekstraksi, serta teknik analisis yang digunakan. Oleh karena itu, metanol tidak dapat secara umum dinyatakan lebih efektif dibandingkan etanol, sehingga pemilihan pelarut harus mempertimbangkan karakteristik senyawa yang ditargetkan serta kondisi ekstraksi yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

Alwazeer, D., Elnasanelkasim, M. A., Çiğdem, A., Engin, T., & LeBaron, T. W. (2023). Incorporation of molecular hydrogen into solvents increases the extraction efficiency of phenolics, flavonoids, anthocyanins, and antioxidants: The case of lemon peels. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 7*, 1223027. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1223027

Ashraf, H., Iahtisham-Ul-Haq, Butt, M. S., Nayik, G. A., Ramniwas, S., Damto, T., Alharbi, S. A., & Ansari, M. J. (2024). Phytochemical and antioxidant profile of citrus peel extracts in relation to different extraction parameters. *International Journal of Food Properties*, *27*(1), 286–299. https://doi.org/10.1080/10942912.2024.2304274

Desmiaty, Y., Sandhiutami, N. M. D., Mulatsari, E., Maziyah, F. A., Rahmadhani, K., Algifari, H. O. Z., & Jantuna, F. A. (2024). Antioxidant and anti-inflammatory activity through inhibition of NF-κB and sEH of some citrus peel and phytoconstituent characteristics. Saudi Pharmaceutical Journal, 32(2), 101959. https://doi.org/10.1016/j.jsps.2024.101959

El-Beltagi, H. S., Eshak, N. S., Mohamed, H. I., Bendary, E. S. A., & Danial, A. W. (2022). Physical characteristics, mineral content, and antioxidant and antibacterial activities of *Punica granatum* or *Citrus sinensis* peel extracts and their applications to improve cake quality. *Plants*, *11*(13), Article 1740. https://doi.org/10.3390/plants11131740

Estrada-Sierra, N. A., Rincon-Enriquez, G., Urías-Silvas, J. E., Bravo, S. D., & Villanueva-Rodríguez, S. J. (2022). Impact of ripening, harvest season, and the nature of solvents on antioxidant capacity, flavonoid, and p-synephrine concentrations in *Citrus aurantium* extracts from residue. *Future Foods, 6*, 100153. https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100153

Fadhlillah, F. M., Miranti, M., Wibowo, D. P., & Purkon, D. B. (2024). Determination of phenolic and flavonoid total levels and antioxidant activity of ethanol, ethyl acetate, and n-hexane extracts of *Citrus reticulata* Blanco fruit peel by DPPH and ABTS methods. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, *10*(2), 191–213. https://doi.org/10.22487/j24428744.2024.v10.12.16399

Herlina, S., Setiawansyah, A., & Hidayati, N. (2024). Aerobe fermentation enhanced antioxidant activity index of Citrus limon leaves. Journal of Food and Pharmaceutical Sciences, 12(2), 80–89. https://doi.org/10.22146/jfps.12005

Iglesias-Carres, L., Mas-Capdevila, A., Bravo, F. I., Aragonès, G., Muguerza, B., & Arola-Arnal, A. (2019). Optimization of a polyphenol extraction method for sweet orange pulp (*Citrus sinensis* L.) to identify phenolic compounds consumed from sweet oranges. *PLoS ONE*, *14*(1), Article e0211267. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211267

Kaur, R., Manchanda, P., & Sidhu, G. S. (2020). Phenolic compounds from peel and callus extracts of sweet lime (*Citrus medica*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, *90*(6), 1205–1208. https://doi.org/10.56093/ijas.v90i6.104803

Kaur, S., Singh, V., Chopra, H. K., & Panesar, P. S. (2024). Extraction and characterization of phenolic compounds from mandarin peels using conventional and green techniques: A comparative study. *Discover Food*, *4*(1), Article 60. https://doi.org/10.1007/s44187-024-00139-y

Liew, S. S., Ho, W. Y., Yeap, S. K., & Sharifudin, S. A. B. (2018). Phytochemical composition and in vitro antioxidant activities of *Citrus sinensis* peel extracts. *PeerJ*, *6*, Article e5331. https://doi.org/10.7717/peerj.5331

Musiam, S., Prihandiwati, E., Kumalasari, E., & Aisyah. (2022). Penetapan kadar flavonoid total ekstrak dan faksi kulit buah *Citrus reticulata*. *Jurnal Farmasi Indonesia*, *19*(2), 253–263. https://doi.org/10.31001/jfi.v19i2.1343

Uçak, İ., & Khalily, R. (2022). Effects of different solvent extractions on the total phenolic content and antioxidant activity of lemon and orange peels. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, *6*(1), 23–28.

Pandey, B. P., Thapa, R., & Upreti, A. (2019). Total phenolic content, flavonoids content, antioxidant and antimicrobial activities of the leaves, peels and fruits of locally available Citrus plants collected from Kavre District of Nepal. International Journal of Pharmacognosy & Chinese Medicine, 3(3), 1–6. https://doi.org/10.23880/ipcm-16000181

Rout, S. K., Lenka, J., Panda, N., Panda, S., Kar, B., & Sahoo, S. (2026). Effects of extraction methods and solvent polarity on bioactivity potential of Citrus aurantifolia (key lime) peel extracts. CyTA – Journal of Food, 24(1), 2629107. https://doi.org/10.1080/19476337.2026.2629107

Zahoor, S., Anwar, F., Mehmood, T., Sultana, B., & Qadir, R. (2016). Variation in antioxidant attributes and individual phenolics of Citrus fruit peels in relation to different species and extraction solvents. Journal of the Chilean Chemical Society, 61(2), 2884–2889. https://doi.org/10.4067/S0717-97072016000200007