



Potential of Green Solvent as a Polyphenolic and Antioxidant Extraction Medium in Brown Seaweed *Sargassum Cristaeofolium*

Potensi *Green Solvent* Sebagai Medium Ekstraksi Polifenolik Dan Antioksidan Pada Rumput Laut Coklat *Sargassum Cristaeofolium*

Laili Syarifah, Jihan Novitasari, Elsa Yuliana, Maylina Ilhami Khurniyati*, Pinctada Putri Pamungkas

Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Engineering, Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan

*Corresponding Author: maylina@unupasuruan.ac.id

How to Cite :

Syarifah, L., Novitasari, J., Yuliana, E., Khurniyati, M. I., Pamungkas, P. P. (2026). Potential of Green Solvent as a Polyphenolic and Antioxidant Extraction Medium in Brown Seaweed *Sargassum Cristaeofolium*. *SINTA Journal: Science, Technology and Agriculture Journal*, 7(1), 165–176. <https://doi.org/10.37638/sinta.7.1.165-176>

ARTICLE HISTORY

Received 22 March 2026

Revised 23 April 2026

Accepted 14 May 2026

KEYWORDS

Antioxidan; Extracts; Green solvent; Polyphenolic; Sargassum cristaeofolium.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pelarut ramah lingkungan berbasis air dalam mengekstraksi senyawa polifenol serta menentukan aktivitas antioksidan dari rumput laut coklat *Sargassum cristaeofolium*. Metode yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan variasi jenis pelarut (aquades, air kran PDAM, dan air mineral), suhu (40°C, 55°C, 70°C), serta waktu ekstraksi (20, 40, 60 menit). Parameter yang dianalisis meliputi total fenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan metode DPPH. Hasil menunjukkan bahwa jenis pelarut dan kondisi ekstraksi berpengaruh signifikan terhadap pelepasan senyawa bioaktif. Aktivitas antioksidan tertinggi (79,40%) diperoleh dari air mineral pada suhu 40°C selama 60 menit. Kandungan fenol tertinggi (2,42 mg GAE/g) juga ditemukan pada air mineral pada suhu 70°C, sedangkan flavonoid tertinggi (4595,42 µg QE/g) dihasilkan oleh aquades pada suhu 70°C selama 60 menit. Secara umum, peningkatan suhu dan waktu ekstraksi meningkatkan kandungan senyawa bioaktif hingga batas tertentu sebelum terjadi degradasi termal. Keberadaan mineral seperti Ca²⁺, Mg²⁺, dan HCO₃⁻ dalam air mineral diduga meningkatkan kestabilan dan kelarutan senyawa. Dengan demikian, pelarut berbasis air berpotensi menjadi alternatif yang aman dan ramah lingkungan untuk menggantikan pelarut organik dalam industri pangan dan kesehatan.

ABSTRACT

*This study aims to evaluate the effectiveness of water-based environmentally friendly solvents in extracting polyphenol compounds and determine the antioxidant activity of brown seaweed *Sargassum cristaeofolium*. The method used was a quantitative experiment with various types of solvents (aquadest, tap water, and mineral water), temperatures (40°C, 55°C, 70°C), and extraction times (20, 40, 60 minutes). The parameters analyzed included total phenols, total flavonoids, and antioxidant activity using the DPPH method. The results showed that the type of solvent and extraction conditions significantly influenced the*

release of bioactive compounds. The highest antioxidant activity (79.40%) was obtained from mineral water at 40°C for 60 minutes. The highest phenol content (2.42 mg GAE/g) was also found in mineral water at 70°C, while the highest flavonoid content (4595.42 µg QE/g) was produced by aquadest at 70°C for 60 minutes. In general, increasing extraction temperature and time increases the content of bioactive compounds to a certain limit before thermal degradation occurs. The presence of minerals such as Ca^{2+} , Mg^{2+} , and HCO_3^- in mineral water is thought to increase the stability and solubility of compounds. Thus, water-based solvents have the potential to be a safe and environmentally friendly alternative to organic solvents in the food and healthcare industries.

PENDAHULUAN

Rumput laut coklat dari genus *Sargassum cristaefolium* banyak tumbuh di kawasan tropis dan subtropis, termasuk perairan Indonesia (Savitri *et al.*, 2017). Spesies ini dikenal sebagai sumber alami senyawa bioaktif, terutama polifenol, flavonoid, serta pigmen seperti karotenoid yang berperan penting sebagai antioksidan (Erniati *et al.*, 2024). Secara spesifik, pigmen karotenoid tidak hanya berfungsi sebagai provitamin A dan antioksidan, tetapi juga berperan sebagai pencegah kanker dan pewarna alami (Manteu *et al.*, 2018). Keberadaan senyawa tersebut membuat *sargassum cristaefolium* berpotensi digunakan dalam industri pangan fungsional, kesehatan, maupun kosmetik karena kemampuannya menetralkan radikal bebas dan memberikan manfaat biologis (Ruslan & Wiraning, 2019).

Rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* sebenarnya memiliki potensi besar sebagai sumber senyawa bioaktif bernilai tinggi (Anggriany *et al.*, 2024), meskipun saat ini sering dianggap sebagai gulma laut. Potensinya belum tergarap karena industri lebih banyak berfokus pada Rumput laut coklat jenis *Eucheuma* dan *Gracilaria* sebagai bahan baku agar dan kerajinan (Rohim *et al.*, 2025). Pemanfaatan *Sargassum cristaefolium* di bidang industri masih sangat terbatas, padahal ini merupakan peluang untuk diversifikasi produk berbasis sumber daya lokal (Seta *et al.*, 2019). Peluang ini dapat dijawab dengan melakukan penelitian mendalam mengenai senyawa aktif yang dikandungnya, terutama polifenol dan antioksidan (Julizar, Warsidah, Nurdiansyah, Sofiana, & Safitri, 2022). Namun, keberhasilan pemanfaatan senyawa ini sangat bergantung pada teknik ekstraksi. Metode konvensional yang mengandalkan pelarut organik seperti metanol atau aseton, meskipun efektif, kini mulai ditinggalkan karena masalah toksisitas, residu berbahaya, dan dampak lingkungan negatif (Rismiyati *et al.*, 2025). Oleh karena itu, penelitian modern beralih ke green solvent pelarut yang ramah lingkungan seperti pelarut berbasis air, etanol food-grade, dan Natural Deep Eutectic Solvents (NADES) (Ling & Hadinoto, 2022).

Pemanfaatan rumput laut coklat selama ini kebanyakan hanya berfokus pada jenis *Eucheuma* atau *Gracilaria* yang biasa digunakan untuk bahan baku agar dan kerajinan (Cokrowati *et al.*, 2024). Padahal, rumput laut coklat dari genus *Sargassum cristaefolium* yang biasa dianggap sebagai limbah atau gulma laut, memiliki potensi yang cukup besar sebagai sumber senyawa bioaktif yang bernilai tinggi (Husein *et al.*, 2023). Pemanfaatan pada rumput laut coklat jenis *Sargassum cristaefolium* masih belum optimal pemanfaatannya di bidang industri (Waang *et al.*, 2024). sehingga hal ini menjadi peluang untuk menjadikan sebagai diversifikasi produk berbasis sumber daya lokal dengan cara melakukan penelitian mengenai senyawa aktif yang terkandung dalam *Sargassum cristaefolium* khususnya senyawa aktif polifenol dan antioksidan (Julizar, Warsidah, Nurdiansyah, Sofiana, & Safitri, 2022). Keberhasilan dalam memanfaatkan senyawa bioaktif sangat bergantung pada teknik ekstraksi yang digunakan (Firdayani & Winarni Agustini, 2015). Metode konvensional biasanya mengandalkan pelarut organik, seperti metanol, etanol, atau aseton (Amalia *et al.*, 2025). Walaupun efektif, cara ini menimbulkan permasalahan seperti toksisitas pelarut, potensi residu berbahaya, dan dampak negatif terhadap lingkungan (Strianti Oktari *et al.*, 2025). Oleh karena itu, semakin banyak penelitian berfokus pada penggunaan green solvent yang lebih ramah lingkungan, misalnya pelarut berbasis air, etanol food-grade, serta *natural deep eutectic solvents* (NADES) (Ridhwan *et al.*, 2024).

Konsep green solvent dilakukan karena konsep tersebut menekankan pada efisiensi, pengurangan limbah berbahaya dan pemanfaatan bahan yang aman bagi kesehatan dan

lingkungan (Guerrero-Higareda & Carrillo-Nieves, 2025). Penggunaan green solvent dalam proses ekstraksi terbukti tidak hanya mampu meningkatkan rendemen senyawa bioaktif, tetapi juga mengurangi jejak lingkungan (Liu *et al.*, 2025). Pada proses green solvent, pelarut yang digunakan yaitu pelarut berbasis NADES seperti gula, asam amino dan asam organik (Hikmawanti *et al.*, 2021). Beberapa studi melaporkan bahwa NADES dan pelarut berbasis etanol sangat efektif dalam mengekstraksi polifenol dengan aktivitas antioksidan tinggi, baik dari alga coklat maupun bahan alam lain (Knight *et al.*, 2025). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip *green chemistry* dan ekonomi sirkular yang kini menjadi fokus dalam pengembangan industri berkelanjutan (Lajoie *et al.*, 2022).

Sesuai dengan prinsip green chemistry dan ekonomi sirkular, pendekatan green solvent kini menjadi fokus pengembangan industri berkelanjutan (Nie *et al.*, 2020). Konsep ini menekankan efisiensi proses, pengurangan limbah berbahaya, dan pemakaian bahan yang aman bagi lingkungan serta Kesehatan (Anggriany *et al.*, 2024). Dalam praktiknya, pelarut seperti NADES yang tersusun dari gula, asam amino, atau asam organik dan etanol terbukti sangat efektif (Hikmawanti *et al.*, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa pelarut ramah lingkungan ini mampu mengekstraksi polifenol dengan aktivitas antioksidan tinggi termasuk dari alga coklat sekaligus menurunkan jejak lingkungan (Wibowo *et al.*, 2018).

Pemanfaatan *green solvent* sebagai medium ekstraksi polifenolik dan antioksidan dari *sargassum cristaefolium* yang menggunakan pelarut tiga jenis yaitu aquades, air mineral komersial, dan air kran dengan menggunakan suhu 40°C, 55°C, 70°C dan waktu 20, 40, 60 menit. Hasil kajian ini dapat memperkuat pengembangan teknologi ekstraksi yang ramah lingkungan sekaligus meningkatkan nilai tambah rumput laut Indonesia sebagai sumber bioaktif bernilai ekonomi tinggi. Selain aman untuk lingkungan ada banyak keunggulan lainnya.

METODE PENELITIAN

Bahan

Rumput laut *Sargassum cristaefolium* diambil dari Pantai Kondang Merak, Kabupaten Malang, Jawa Timur, Indonesia. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi *Sargassum cristaefolium* ada 3 jenis air diantaranya air suling / aquades, air kran PDAM, dan air mineral komersial yang ada di pasaran. Bahan-bahan kimia yang dipakai untuk pengujian aktivitas antioksidan dan identifikasi senyawa aktif yaitu 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), Folin-Ciocalteu, NaNO₂ 5%, AlCl₃ 10%, Na₂CO₃ 20% dan NaOH. Bahan kimia tersebut diperoleh dari Laboratorium Terpadu, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan.

Metode

Penelitian ini dimulai dengan proses pemutihan rumput laut yang dicuci dengan air bersih untuk menghapus kotoran dan garam yang mungkin masih melekat pada rumput laut itu. Setelah itu, rumput laut dikeringkan pada suhu rendah yaitu 40°C dengan menggunakan alat pengering cabinet (Cabinet Dryer) supaya kandungan senyawa bioaktifnya tidak berkurang. Selanjutnya dihancurkan dengan menggunakan mesin penggiling sampai menjadi bubuk halus dan di ayak menggunakan mesh berukuran 40 mesh.

Dilanjutkan dengan ekstraksi dilakukan menggunakan tiga jenis pelarut, yakni aquades, air kran, dan air mineral komersial. Masing-masing pelarut diaplikasikan secara terpisah untuk memperoleh variasi hasil. Proses ekstraksi dilaksanakan dengan metode water bath pada tiga tingkatan suhu, yaitu 40°C, 55°C, dan 70°C, serta dengan lama pemanasan 20, 40, dan 60 menit, setelah itu dilakukan penyaringan untuk memisahkan residu dari ekstrak rumput laut tersebut.

Analisis total antioksidan dimulai dengan melarutkan reagen Larutan DPPH segar (0,2 mM) dalam etanol teknis, volume yang sama (100 µL) larutan DPPH dan ekstrak rumput laut dicampur dalam labu ukur (100 ml). campur reaksi lalu diinkubasi dengan waktu 30 menit di ruangan yang gelap. Setelah itu campuran reaksi di ukur menggunakan spektrofotometer *B-One X UV VIS 100 DA-X* dengan panjang gelombang λ 517nm.

Analisis total fenol ini dapat dianalisis dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu yaitu dengan cara masukkan 1 ml ekstrak rumput laut ke dalam tabung reaksi, total fenol diukur menggunakan 0,5 ml reagen Folin-Ciocalteu lalu diinkubasi selama 5 menit setelah itu di tambahkan dengan 2,5 ml larutan Na₂CO₃ 20% lalu diinkubasi selama 40 menit dengan suhu ruang yang gelap. Untuk mengetahui total fenol menggunakan spektrofotometer *B-One X UV VIS*

100 DA-X dengan panjang gelombang λ 730nm. Dengan kandungan total fenolik pada sampel dihitung menggunakan standart kurva gallic equivalent/g (mg GAE/g).

Prosedur analisa total flavonoid menggunakan reagen NaNO_2 5% diinkubasi selama 5 menit, ditambahkan reagen AlCl_3 10% inkubasi selama 5 dan reagen NaOH 1 M diinkubasi selama 15 menit, di suhu ruang dengan kondisi tempat yang gelap. Volume cairan uji disesuaikan agar kompatibel dengan instrumen analisis yang digunakan, yaitu spektrofotometer *B-one* 100 Dax pada penelitian ini. Kandungan total flavonoid dalam ekstrak ditentukan menggunakan kurva standar quercetin dan dilaporkan dalam satuan mg QE/g.

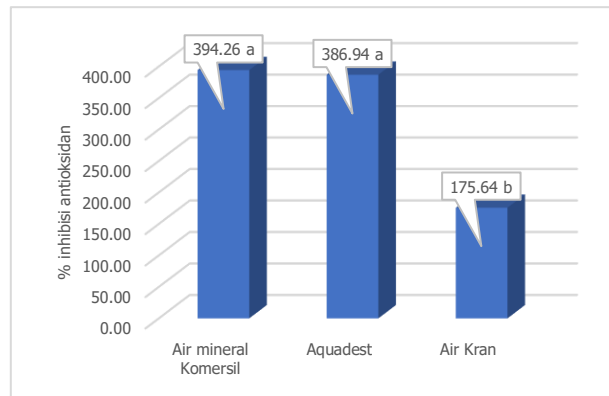
HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antioksidan

Analisis ini memperlihatkan bahwa perbedaan jenis air, temperatur, dan durasi ekstraksi memiliki dampak signifikan terhadap aktivitas antioksidan dari ekstrak *Sargassum cristaefolium*. Jenis pelarut berfungsi untuk melarutkan senyawa bioaktif, sedangkan temperatur dan waktu ekstraksi memengaruhi proses difusi serta stabilitas senyawa. Memilih pelarut yang sesuai dengan kondisi suhu dan durasi yang ideal dapat menghasilkan aktivitas antioksidan yang paling optimal, seperti tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Pengaruh variasi jenis air, suhu dan waktu untuk ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* terhadap aktivitas antioksidannya.

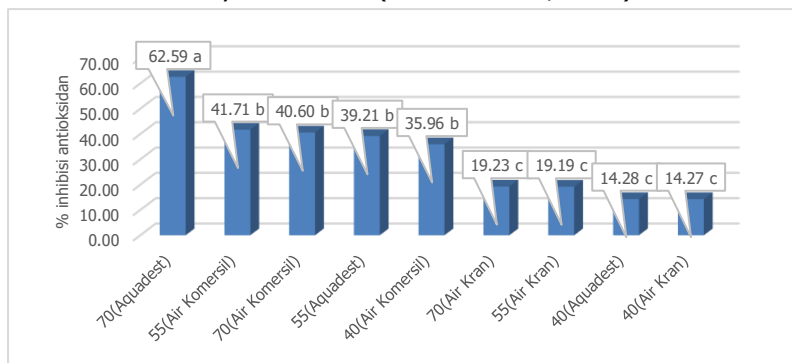
Jenis air	Suhu (°C)	Waktu (menit)	% Inhibisi antioksidan
Aquadest	40	20	18.85 $\pm$ 0.00 ^{ijk}
	40	40	14.90 $\pm$ 5.04 ^{jkl}
	40	60	9.11 $\pm$ 0.59 ^{jkl}
	55	20	60.56 $\pm$ 10.16 ^{bc}
	55	40	57.07 $\pm$ 0.00 ^{cde}
	55	60	0.00 $\pm$ 0.00 ^l
	70	20	59.03 $\pm$ 5.51 ^{bcd}
	70	40	75.77 $\pm$ 0.00 ^{ab}
	70	60	52.96 $\pm$ 1.37 ^{cde}
Air Mineral Komersial	40	20	8.81 $\pm$ 3.19 ^{jkl}
	40	40	19.67 $\pm$ 1.28 ^{ijk}
	40	60	79.40 $\pm$ 1.85 ^a
	55	20	50.32 $\pm$ 2.72 ^{cdef}
	55	40	40.14 $\pm$ 0.70 ^{efgh}
	55	60	34.67 $\pm$ 1.26 ^{fghi}
	70	20	52.64 $\pm$ 2.58 ^{cde}
	70	40	23.19 $\pm$ 1.21 ^{hijk}
	70	60	45.98 $\pm$ 1.05 ^{cdef}
Air Kran	40	20	10.02 $\pm$ 0.70 ^{jkl}
	40	40	11.63 $\pm$ 2.04 ^{jkl}
	40	60	21.16 $\pm$ 1.60 ^{ijk}
	55	20	6.21 $\pm$ 1.85 ^{kl}
	55	40	41.65 $\pm$ 5.68 ^{defg}
	55	60	9.70 $\pm$ 1.29 ^{jkl}
	70	20	26.32 $\pm$ 3.26 ^{ghij}
	70	40	17.50 $\pm$ 0.73 ^{ijkl}
	70	60	13.87 $\pm$ 0.00 ^{jkl}



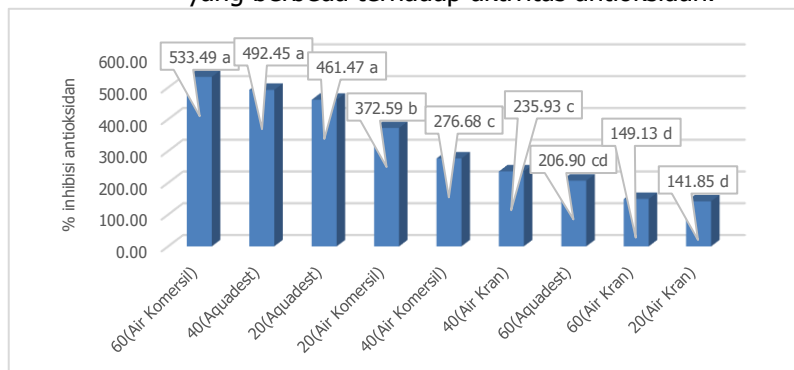
Gambar 1. Pengaruh ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan jenis air yang berbeda terhadap aktivitas antioksidan.

Grafik diatas menunjukkan perbandingan aktivitas antioksidan ekstrak sargassum cristaefolium. menggunakan tiga jenis pelarut air, yaitu air mineral komersial, aquadest, dan air kran. Terlihat perbedaan nyata pada tingkat aktivitas antioksidan antar pelarut. % inhibisi tertinggi diperoleh pada pelarut air mineral komersial (394,26%), diikuti oleh aquadest (386,94%), sedangkan air kran memiliki nilai terendah (175,64%). Berdasarkan analisis statistik, air mineral dan aquadest tidak berbeda signifikan satu sama lain, namun keduanya berbeda nyata dibanding air kran.

Tingginya aktivitas antioksidan pada air mineral diduga dipengaruhi oleh keberadaan ion seperti Mg^{2+} , Ca^{2+} , dan HCO_3^- yang membantu menjaga kestabilan senyawa fenolik dan mempercepat difusi senyawa aktif selama ekstraksi. Pada aquadest, polaritas tinggi air murni memungkinkan pelarutan senyawa fenolik secara efektif, meskipun sedikit lebih rendah karena tidak adanya mineral pendukung. Sebaliknya, air kran menunjukkan aktivitas terendah yang kemungkinan disebabkan oleh kandungan klorin dan logam berat yang dapat mengoksidasi atau menurunkan kestabilan senyawa fenolik (Wibowo *et al.*, 2018).



Gambar 2. Pengaruh ekstraksi rumput laut *Sargassum cristaefolium* menggunakan suhu yang berbeda terhadap aktivitas antioksidan.



Gambar 3. Pengaruh ekstraksi rumput laut *Sargassum cristaefolium* menggunakan waktu yang berbeda terhadap aktivitas antioksidan.

Grafik di atas menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan paling kuat diperoleh dengan menggunakan pelarut aquadest pada suhu 70°C (62,59%), diikuti oleh air mineral pada suhu 55°C (41,71%) dan juga pada 70°C (40,60%). Sementara itu, aktivitas antioksidan terendah terlihat pada air kran di semua suhu yang diuji (14,27–19,23%). Temuan ini mengindikasikan bahwa jenis air dan suhu ekstraksi memiliki dampak yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan, di mana penggunaan pelarut murni seperti aquadest lebih efektif dalam mengekstrak senyawa bioaktif dibandingkan dengan air kran.

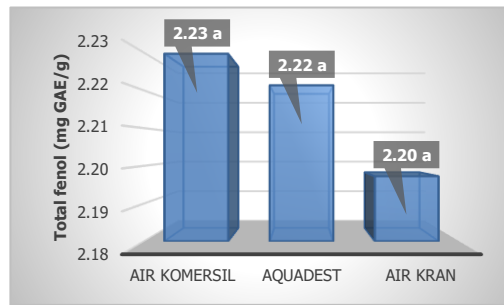
Menurut grafik diatas menunjukkan hasil antioksidan bertambah seiring bertambahnya durasi ekstraksi. Nilai maksimum dicapai pada air mineral komersial selama 60 menit (533,49%), diikuti aquadest selama 40 menit (492,45%), sedangkan air kran mencatat nilai terendah (141,85–235,93%). Ini menunjukkan bahwa penggunaan pelarut murni dan waktu ekstraksi yang lebih panjang memberikan aktivitas antioksidan yang lebih baik.

Kandungan Fenolik

Penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan jenis air, suhu, dan durasi pada ekstraksi rumput laut *Sargassum cristaefolium*. memengaruhi jumlah total fenol. Karakteristik air yang berbeda, seperti mineral yang ada dan tingkat kebersihan, memiliki peran dalam melarutkan senyawa fenol. Disisi lain, pengaturan suhu serta waktu ekstraksi memengaruhi efektivitas dan stabilitas senyawa yang dihasilkan. Berikut tabel 2 menyajikan kandungan total fenol dengan jenis air, suhu dan waktu yang berbeda.

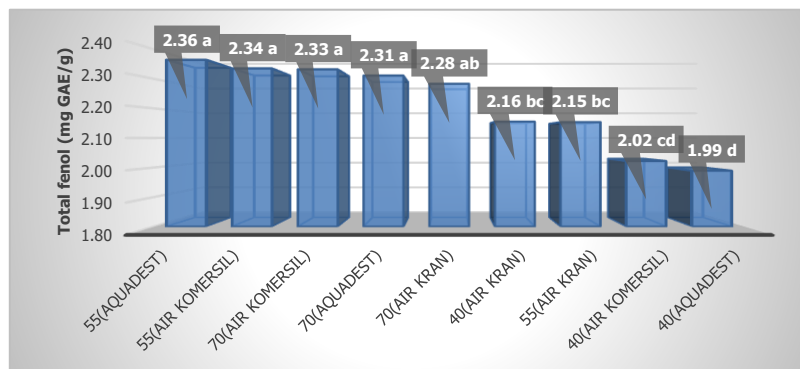
Tabel 2. Pengaruh variasi jenis air, suhu dan waktu untuk ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* terhadap kandungan total fenolnya.

Jenis air	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Total fenol (mg GAE/g)
Aquadest	40	20	1,86 ± 0,03 ^{ef}
	40	40	1,97 ± 0,02 ^{cdef}
	40	60	2,14 ± 0,09 ^{abcde}
	55	20	2,32 ± 0,04 ^a
	55	40	2,39 ± 0,00 ^a
	55	60	2,39 ± 0,00 ^a
	70	20	2,33 ± 0,02 ^a
	70	40	2,29 ± 0,08 ^{abc}
	70	60	2,31 ± 0,04 ^{ab}
Air Mineral Komersial	40	20	2,24 ± 0,12 ^{abcd}
	40	40	1,84 ± 0,11 ^{ef}
	40	60	1,99 ± 0,19 ^{bcdef}
	55	20	2,35 ± 0,05 ^a
	55	40	2,33 ± 0,02 ^a
	55	60	2,32 ± 0,09 ^a
	70	20	2,42 ± 0,00^a
	70	40	2,21 ± 0,06 ^{abcd}
	70	60	2,36 ± 0,02 ^a
Air Kran	40	20	2,35 ± 0,00 ^a
	40	40	1,95 ± 0,06 ^{def}
	40	60	2,21 ± 0,06 ^{abcd}
	55	20	2,34 ± 0,07 ^{ab}
	55	40	2,36 ± 0,02 ^a
	55	60	1,98 ± 0,52 ^f
	70	20	2,33 ± 0,02 ^a
	70	40	2,27 ± 0,06 ^{abcd}
	70	60	2,30 ± 0,06 ^{abc}



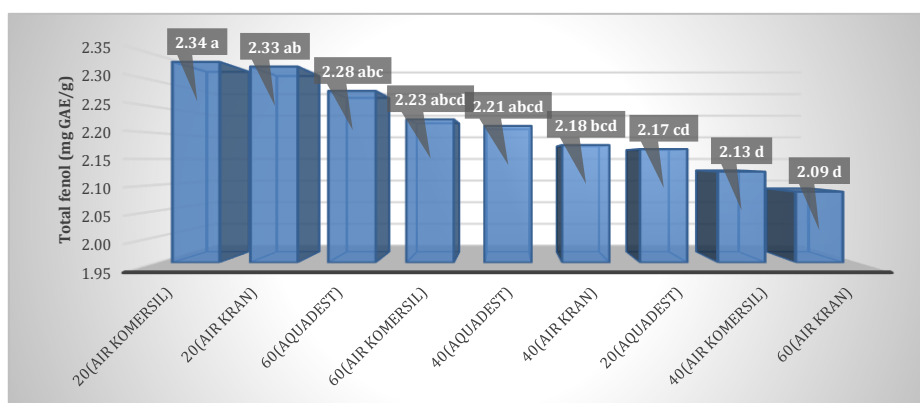
Gambar 4. Pengaruh ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan jenis air yang berbeda terhadap kandungan total fenol.

Berdasarkan grafik, jenis air memiliki dampak terhadap jumlah total fenol dalam ekstrak *surgassum cristaefolium*. Nilai tertinggi diperoleh dari ekstraksi menggunakan air komersial dengan persentase penghambatan fenol sebesar 2,23%, diikuti oleh aquadest yang mencapai 2,22%, sementara yang terendah adalah air kran dengan nilai 2,20%. Meskipun perbedaannya tampak kecil, temuan ini menunjukkan bahwa tingkat kemurnian dan kandungan mineral dalam air mempengaruhi seberapa efektif senyawa fenolik larut. Air mineral komersial biasanya memberikan hasil ekstraksi yang lebih baik karena memiliki keseimbangan komposisi mineral yang dapat meningkatkan kelarutan fenol tanpa merusak senyawa aktif.



Gambar 5. Pengaruh ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan suhu yang berbeda terhadap kandungan total fenol.

Grafik diatas menunjukkan bahwa perpaduan antara jenis air dan suhu berpengaruh terhadap jumlah total fenol dalam rumput laut coklat. Angka tertinggi diperoleh pada aquadest 55°C (2,36%), sedangkan angka terendah ada pada aquadest 40°C (1,99%). Pada suhu 55°C, proses ekstraksi berlangsung dengan sangat efisien, sedangkan suhu yang terlalu rendah mengurangi kadar fenol yang dihasilkan.



Gambar 6. Pengaruh ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan waktu yang berbeda terhadap kandungan total fenol.

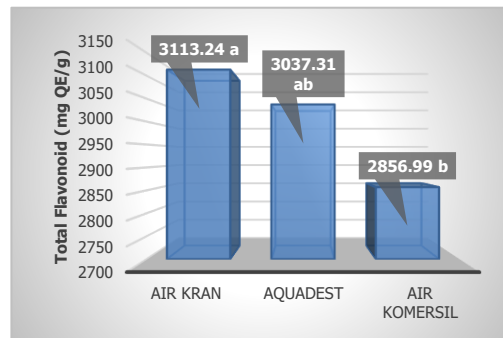
Grafik menunjukkan bahwa kombinasi tipe air dan durasi ekstraksi berpengaruh pada jumlah total fenol. Sampel terkuat ditemukan pada air mineral komersial selama 20 menit (2,34%), sedangkan nilai terendah ditemukan pada air kran selama 60 menit (2,09%). Durasi ekstraksi yang lebih pendek lebih efektif dalam melarutkan fenol dibandingkan dengan durasi yang lebih lama.

Kandungan Total Flavonoid

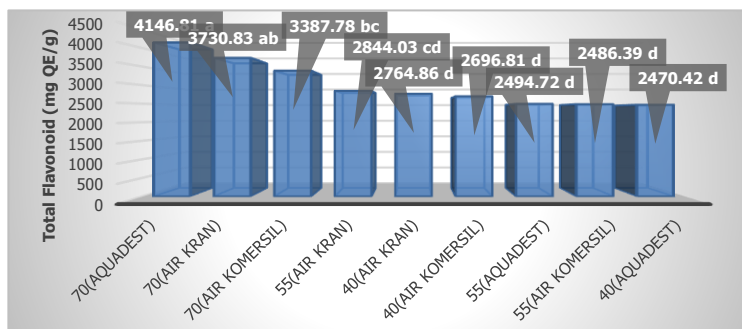
Persentase penghambatan flavonoid yang paling kuat didapatkan dengan menggunakan air aquadest pada suhu 70°C selama 60 menit, yaitu $4595,42 \pm 58,93$. Sementara itu, angka terendah tercatat pada suhu 40°C selama 40 menit, yaitu $1995,42 \pm 206,24$. Air aquadest menunjukkan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan air komersial dan air kran karena tidak mengandung ion atau mineral yang dapat mengganggu stabilitas senyawa aktif. Air murni lebih efisien dalam melarutkan senyawa polar seperti flavonoid.

Tabel 3. Pengaruh variasi jenis air, suhu dan waktu untuk ekstraksi rumput laut coklat *surgassum cristaefolium* terhadap kandungan total flavonoidnya.

Jenis air	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Total Flavonoid (mg QE/g)
Aquadest	40	20	$2349,58 \pm 229,81$ fgh
	40	40	$1995,42 \pm 206,24$ h
	40	60	$3066,25 \pm 253,38$ bcdefgh
	55	20	$2028,75 \pm 848,53$ gh
	55	40	$2568,33 \pm 203,29$ efgh
	55	60	$2887,08 \pm 913,35$ cdefgh
	70	20	$3997,50 \pm 244,54$ abc
	70	40	$3847,50 \pm 185,62$ abcd
	70	60	$4595,42 \pm 58,93$ a
Air Mineral Komersial	40	20	$2528,75 \pm 212,13$ efgh
	40	40	$2349,58 \pm 123,74$ fgh
	40	60	$3212,08 \pm 70,71$ bcdefg
	55	20	$2335,00 \pm 126,69$ fgh
	55	40	$2620,42 \pm 106,07$ efgh
	55	60	$2503,75 \pm 70,71$ efgh
	70	20	$2714,17 \pm 209,19$ defgh
	70	40	$3339,17 \pm 138,48$ bcdef
	70	60	$4110,00 \pm 20,62$ ab
Air Kran	40	20	$2635,00 \pm 397,75$ efgh
	40	40	$2885,00 \pm 179,72$ cdefgh
	40	60	$2774,58 \pm 41,25$ defgh
	55	20	$2591,25 \pm 194,45$ efgh
	55	40	$2635,00 \pm 256,33$ efgh
	55	60	$3305,83 \pm 2,95$ bcdef
	70	20	$3564,17 \pm 50,09$ abcde
	70	40	$3591,25 \pm 47,14$ abcde
	70	60	$4037,08 \pm 100,17$ abc



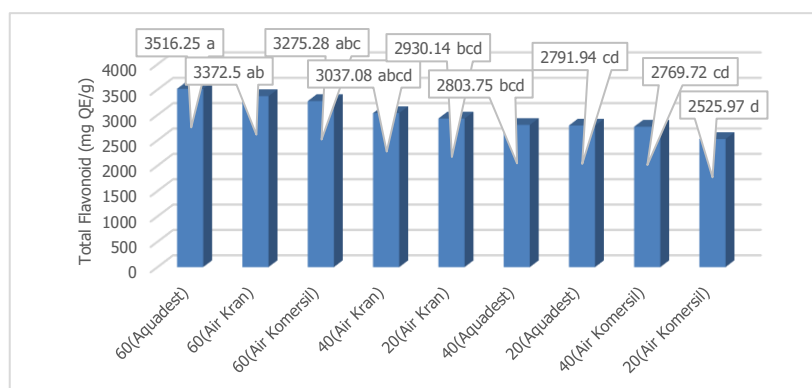
Gambar 7. Pengaruh ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan jenis air yang berbeda terhadap kandungan total flavonoid.



Gambar 8. Pengaruh ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan suhu yang berbeda terhadap kandungan total flavonoid.

Jenis air dan suhu ekstraksi diatas memengaruhi kadar total flavonoid pada *Sargassum cristaefolium*. Nilai terkuat diperoleh dengan aquadest pada suhu 70°C, mencapai 4146,81, diikuti oleh air mineral komersial dan air kran, keduanya pada suhu 70°C, dengan nilai masing-masing 3730,83 dan 3387,78. Sebaliknya, nilai terendah tercatat pada aquadest dengan suhu 40°C, yaitu 2470,42. Temuan ini menunjukkan bahwa suhu tinggi (70°C) meningkatkan pelepasan senyawa flavonoid, sementara suhu lebih rendah mengurangi efektivitas ekstraksi karena pelarutan senyawa aktif yang terbatas.

Suhu ekstraksi dari 40°C ke 70°C meningkatkan aktivitas flavonoid. Suhu 70°C mencapai nilai inhibisi tertinggi untuk semua jenis air. Suhu yang lebih tinggi membuat dinding sel rumput laut lebih permeabel, memudahkan ekstraksi senyawa aktif. Namun, suhu terlalu tinggi bisa merusak senyawa polifenolik. Suhu 70°C adalah optimal untuk hasil terkuat tanpa merusak flavonoid. Penelitian menunjukkan kenaikan suhu tertentu dapat meningkatkan difusi senyawa bioaktif ke dalam pelarut.



Gambar 9. Pengaruh ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium* menggunakan waktu yang berbeda terhadap kandungan total flavonoid.

Tabel 4. Kandungan mineral pada berbagai jenis air yang digunakan untuk ekstraksi rumput laut coklat *Sargassum cristaefolium*.

Jenis Air	Kandungan Mineral
Aquades	Hampir tidak mengandung mineral, sangat murni, digunakan sebagai kontrol pelarut polar murni.
Air Mineral Komersial	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-}
Air Kran PDAM	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , Kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), juga mengandung klorin untuk desinfeksi yang dapat bereaksi oksidatif terhadap senyawa fenolik.

Efisiensi pelarutan senyawa bioaktif dari *Sargassum cristaefolium* sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia air yang digunakan. Air aquades bersifat sangat polar dan efektif melarutkan senyawa polar seperti fenolik dan flavonoid. Namun, karena tidak mengandung ion logam, air murni kurang mampu menstabilkan kompleks fenolik yang mudah rusak oleh panas.

Sebaliknya, air mineral komersial kaya akan ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} yang meningkatkan aktivitas dan konduktivitas pelarut. Ion-ion ini tidak hanya mempercepat difusi senyawa fenolik dari matriks rumput laut, tetapi juga menstabilkan struktur aromatik melalui interaksi listrik. Konsistensi ini didukung oleh temuan bahwa air mineral memberikan aktivitas antioksidan tertinggi (79,40%), yang diduga karena mineral bertindak sebagai kofaktor alami penstabil selama proses ekstraksi.

Sementara itu, air keran PDAM mengandung desinfektan kuat seperti klorin ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), atau hipoklorit) dan kaporit. Oksidator ini justru berpotensi merusak sebagian senyawa fenolik melalui reaksi oksidasi, yang menurunkan aktivitas antioksidan ekstrak. Selain itu, variasi pH dan adanya logam berat di air keran juga bisa berdampak negatif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa jenis pelarut berbasis air, suhu, dan waktu ekstraksi berpengaruh signifikan terhadap pelepasan senyawa bioaktif dari *Sargassum cristaefolium*. Air sebagai pelarut terbukti efektif, aman, dan ramah lingkungan. Suhu menengah-tinggi dan waktu optimal meningkatkan hasil hingga sebelum degradasi. Air mineral komersial terbaik untuk fenol dan aktivitas antioksidan, sedangkan aquades unggul pada flavonoid. Air kran kurang optimal karena klorin.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji optimasi skala industri, stabilitas senyawa selama penyimpanan, serta uji aplikasi pada produk pangan dan farmasi. Selain itu, perlu dianalisis pengaruh komposisi mineral secara lebih mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih pada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DPPM), Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains Dan Teknologi Indonesia, yang sudah bersedia memberi bantuan dana penelitian secara penuh, melalui skema "Penelitian Dosen Pemula 2025" (No Hibah: 0419/C3/DT.05.00/2025; 128/C3/DT.05.00/PL/2025;086/LL7/DT.05.00/PL/2025,U07113/L.1/KS.02/022/A/2025).

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, F.P., Kirana, B.C. & Indriasari, C., 2025, 'Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi Maserasi dan Perkolasi Ekstrak Etanol Daun Johar (*Cassia siamea* L.) Terhadap Kadar Flavonoid Total Secara Spektrofotometri UV-Vis', *BIOSPEKTRUM Jurnal Biologi*, 6(2), 64–68.

- Anggriany, N., Noer, E.R., Margawati, A., Pramono, A. & Anjani, G., 2024, 'PERAN SENYAWA BIOAKTIF RUMPUT LAUT TERHADAP RESPON GLUKOSA DARAH PADA INDIVIDU OBESITAS: LITERATUR REVIEW', *Journa Of Nutrition College*, 13(3), 233–246.
- Cokrowati, N., Asri, Y., Lumbessy, Y.Y., Affandi, S.I., Muahiddah, R., Sukartono, N., Marzuki, M., Rahmadani, C., Anggraini, T.D. & Marno, I., 2024, 'Introduksi Teknologi Budidaya Rumpit Laut *Sargassum* sp', *Untuk Produksi Bioethanol. Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(2).
- Erniati, Syahrial, Erlangga, Imanullah & Andika, Y., 2024, 'Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Seaweed *Sargassum* in Simeulue Water, Aceh', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(3), 186–196.
- Firdayani, F. & Winarni Agustini, T., 2015, 'Ekstraksi Senyawa Bioaktif sebagai Antioksidan Alami *Spirulina Platensis* Segar dengan Pelarut yang Berbeda', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(1), 28–37.
- Guerrero-Higareda, S. & Carrillo-Nieves, D., 2025, 'Green extraction cascade of UV-absorbing compounds, alginate, and fucoidan from *Sargassum* using ethanol and natural deep eutectic solvents', *Heliyon*, 11(2).
- Hikmawanti, N.P.E., Ramadan, D., Jantan, I. & Mun'im, A., 2021, *Natural deep eutectic solvents (Nades): Phytochemical extraction performance enhancer for pharmaceutical and nutraceutical product development*, *Plants*, 10(10).
- Husein, H., Studi, P., Kedokteran, M., Fakultas, G. & Gigi, K., 2023, *UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN TOKSISITAS EKSTRAK FUKOSANTIN DARI ALGA COKELAT *Sargassum vulgare** *Evaluation of Antioxidant Activity and Toxicity of Fucoxanthin Extract from Brown Algae *Sargassum vulgare**.
- Julizar, Warsidah, Nurdiansyah, S.I., Sofiana, M.S. & Safitri, I., 2022a, 'AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK *Turbinaria* sp. DENGAN MENGGUNAKAN TIGA PELARUT YANG BERBEDA', *Oseanologi*, 1(3), 1.
- Knight, L.R., Tritt, M.M., Tran, Q.D., Zhang, H., Zhu, L. & Sauvé, G., 2025, 'Green solvent-processable poly(3-hexylthiophene) derivative maintains high hole mobility in diodes', *Synthetic Metals*, 314.
- Lajoie, L., Fabiano-Tixier, A.S. & Chemat, F., 2022, *Water as Green Solvent: Methods of Solubilisation and Extraction of Natural Products—Past, Present and Future Solutions*, *Pharmaceuticals*, 15(12).
- Ling, J.K.U. & Hadinoto, K., 2022, 'Deep Eutectic Solvent as Green Solvent in Extraction of Biological Macromolecules: A Review', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(6).
- Liu, W., Zhao, Z., Bakar, M.A. & Liu, H., 2025, 'Fabrication of polylactic acid films using lignocellulose-based green solvents as a sustainable alternative to hazardous solvents', *International Journal of Biological Macromolecules*, 322.
- Manteu, S.H., Nurjanah & Nurhayati, T., 2018, 'KARAKTERISTIK RUMPUT LAUT COKELAT (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*) DARI PERAIRAN POHUWATO PROVINSI GORONTALO', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 2(3), 396–405.
- Nie, J., Chen, D. & Lu, Y., 2020, 'Deep eutectic solvents based ultrasonic extraction of polysaccharides from edible brown Seaweed *Sargassum horneri*', *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(6).
- Ridhwan, M., Radiastuti, N., Bahri, S., Azmi Muhammad, A., Dwikencana, W., Rama Haribowo, D., Solihat, N.A. & Ramadhan, F., 2024, *Karakterisasi dan Potensi Antibakteri Ekstrak Kapang Endofit Hasil Isolasi dari *Sargassum* sp.*
- Rismiyati, Oktari, A.S., Nurrahman, A., Rahmayanti, B.M., Aulia, N. & Sunarwidhi, A., 2025, 'Review: Metode-Metode Ekstraksi', *Sci-Tech Journal*, 4(1), 17.
- Rohim, A., Khurniyati, M.I., Utama, D.K., Rahmadina, S. & Putri, N.D., 2025, 'Exhaustive Extraction of Bioactive Components from *Sargassum cristaefolium* Brown Seaweed: Antioxidant Potential and Bioactivity', *HAYATI Journal of Biosciences*, 32(4), 859–878.
- Ruslan & Wiraning, A., 2019, 'EKSTRAKSI ZAT WARNA DARI RUMPUT LAUT *Sargassum* sp.', *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 02.
- Savitri, I., Suhendra, L., Made Wartini, N., Jurusan Teknologi Industri Pertanian, M., Teknologi Pertanian Unud, F. & Jurusan Teknologi Industri Pertanian, D., 2017, *PENGARUH JENIS*

PELARUT PADA METODE MASERASI TERHADAP KARAKTERISTIK EKSTRAK Sargassum polycystum, vol. 5.

- Seta, T.P.D., Muhammad & Masrullita, 2019, 'Pemanfaatan Biji Orok-Orok (*Crotalaria juncea*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Minyak Nabati dengan Metode Ekstraksi Padat-Cair', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(2), 42–52.
- Strianti Oktari, A., Nurrahman, A., Mekia Rahmayanti, B., Sunarwidhi, A. & Mataram, U., 2025, 'Review: Metode-Metode Ekstraksi', *Sci-Tech Journal*, 4, 17.
- Waang, D.C., Cokrowati, N. & Abidin, Z., 2024, *The Effect of Different Substrates on Laboratory Scale Cultivation of Sargassum cristaefolium*, vol. 5.
- Wibowo, O.V., Martina, A., Novianti, J. & Soetedjo, M., 2018, 'Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Penerapan Green Solvent: Amonium Hidroksida pada Proses Pretreatment Cangkang Kelapa Sawit sebagai Adsorben Alami dalam Pengolahan Limbah Cair Sawit', *Jurusan Teknik Kimia*.