

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK POLISAKARIDA SULFAT DARI RUMPUT  
LAUT HIJAU (*Caulerpa racemosa*)**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Kimia



**Oleh:**

**TASYA RAHMANIA**

**NIM. 1705138**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2021**

**Aktivitas Antioksidan Ekstrak Polisakarida Sulfat dari Rumput Laut Hijau  
(*Caulerpa racemosa*)**

Oleh

Tasya Rahmania

Sebuah Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Tasya Rahmania 2021

Universitas Pendidikan Indonesia

2021

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian

Dengan dicetak ulang, difotocopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**TASYA RAHMANIA**

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK POLISAKARIDA SULFAT  
DARI RUMPUT LAUT HIJAU (*Caulerpa racemosa*)**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Siti Aisyah, M.Si  
NIP. 197509302001122001

Pembimbing II



Dr. Sofa Fajriah, M.Si  
NIP. 198102052005022002

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Hendrawan, M.Si  
NIP. 196309111989011001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK POLISAKARIDA SULFAT DARI RUMPUT LAUT HIJAU (*Caulerpa racemosa*)**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Serang, Juni 2021

Yang membuat pernyataan,



Tasya Rahmania

NIM 1705138

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* rabbil'alamiin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa, shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan limpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, para sahabat dan ummatnya hingga akhir zaman, *Aamiin ya Rabbal 'alamiin*.

Skripsi yang berjudul “**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK POLISAKARIDA SULFAT DARI RUMPUT LAUT HIJAU (*Caulerpa racemosa*)**” ini ditujukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dari segi penyusunan, tata bahasa, maupun dari segi lainnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran sebagai perbaikan ke depannya. Penulis berharap skripsi memberikan informasi yang bermanfaat dalam pengembangan wawasan dan peningkatan ilmu pengetahuan bagi kita semua di masa mendatang.

Serang, Juni 2021

Tasya Rahmania

## UCAPAN TERIMA KASIH

*Alhamdulillahirabbil'alamiin*, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa, shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan limpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, para sahabat dan ummatnya hingga akhir zaman, *Aamiin ya Rabbal 'alamiin*. Dalam melakukan penelitian sampai dengan menyusun skripsi ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Ahmad Chotib dan Ibu Munawaroh, kakak, adik, serta keluarga besar yang selalu memberikan do'a, kasih sayang serta berbagai bentuk dukungan terhadap penulis.
2. Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI Bapak Dr. Hendrawan, M.Si.
3. Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI Ibu Fitri Khoerunnisa, Ph.D.
4. Ketua KBK Kimia Makanan dan Dosen Pembimbingan Akademik Ibu Dr. Florentina Maria Titin Supriyanti, M.Si.
5. Ibu Dr. Siti Aisyah, M.Si selaku pembimbing I yang selalu meluangkan waktu untuk membimbing, memberi ilmu, nasehat, dan motivasi yang bermanfaat untuk penulis selama penelitian dan penulisan skripsi.
6. Ibu Dr. Sofa Fajriah, M.Si selaku pembimbing II atas waktu yang telah diluangkan untuk membimbing, memberikan saran, nasehat, dan motivasi yang bermanfaat untuk penulis selama penelitian dan penulisan skripsi.
7. Ibu Amelinda Pratiwi, M.Si selaku pembimbing atas waktu yang telah diluangkan untuk membimbing, memberikan saran, nasehat, dan motivasi yang bermanfaat untuk penulis selama penelitian dan penulisan skripsi.
8. Seluruh dosen dan staf Program Studi Kimia Departemen Pendidikan Kimia yang telah memberikan ilmu, dukungan dan pelayanan terbaik pada penulis.

9. Seluruh peneliti dan staf Pusat Penelitian LIPI Kimia Serpong yang telah memberikan telah memberikan ilmu, dukungan dan pelayanan terbaik pada penulis.
10. Seluruh *Research Assistant* Pusat Penelitian LIPI Kimia serpong terutama Tria Yolanda yang telah memberikan telah memberikan ilmu, dukungan dan pelayanan terbaik pada penulis.
11. Teman-teman Departemen Pendidikan Kimia angkatan 2017.
12. Teman-teman Kimia D 2017 terutama Putri Kusuma yang selalu memberikan dukungan dan cerita suka duka selama skripsi kepada penulis selama perskripsian.
13. Teman-teman KBK Makanan yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian dan perkuliahan.
14. Rekan bimbingan skripsi, Anita Indri Apriliani dan Yashinta Kirana Putri yang saling membantu serta memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
15. Mochamad Lucky M dan Silvia Indah WS selalu memberikan dukungan dan semangat dalam penelitian dan penulisan skripsi.
16. Semua pihak yang telah membantu penulis selama perkuliahan dan penelitian hingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyampaikan terima kasih atas segala ilmu, bantuan, dukungan, motivasi serta doa yang diberikan kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu melindungi dan memberikan balasan melebihi apa yang mereka semua berikan kepada penulis.

Serang, Juni 2021

Tasya Rahmania

## ABSTRAK

*Caulerpa racemosa* merupakan salah satu *Chlorophyta* yang mengandung polisakarida sulfat yang berpotensi sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengkarakterisasi dan menguji aktifitas antioksidan dari fraksi polisakarida sulfat yang terdapat pada *C. racemosa*. Ekstraksi polisakarida sulfat pada simplisia *C. racemosa* dilakukan dengan menggunakan air panas (75-80 °C). Selanjutnya ekstrak yang dihasilkan dipisahkan menggunakan kromatografi *anion exchange* resin DEAE sephadex A-50 dengan eluen NaCl bergradien. Fraksi dan ekstrak kasar polisakarida sulfat yang diperoleh kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui kadar total gula dan kandungan sulfat, gugus fungsi, dan unit monosakarida. Uji aktivitas antioksidan terhadap ekstrak kasar dan fraksi dilakukan dengan menggunakan metode ABTS. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa persen rendemen ekstrak adalah 3,60%. Fraksinasi terhadap ekstrak menghasilkan 25 fraksi yang kemudian digabung menjadi 3 fraksi utama (fa, fb, dan fc) berdasarkan pola serapan pada spektroskopi UV/Vis dan FTIR. Fraksi polisakarida sulfat dari *C. racemosa* mengandung total gula sebesar 52-90% dan kandungan sulfat sebesar 6-14%, dengan karakteristik unit monomernya adalah manosa dan glukosa. Hasil uji aktivitas antioksidan diperoleh hasil bahwa fraksi fa mempunyai aktivitas paling tinggi dibandingkan fb dan fc dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 214,17  $\mu\text{g/mL}$ , akan tetapi lebih kecil dibandingkan ekstrak polisakarida sulfat. Oleh karena itu, polisakarida sulfat berpotensi dikembangkan menjadi sumber antioksidan alami dari laut.

**Kata kunci:** *Caulerpa racemosa*, antioksidan, polisakarida sulfat



## ABSTRACT

*Caulerpa racemosa* one of Chlorophyta which contains sulfated polysaccharides that have potential as antioxidants. The study aims to isolate, characterize and antioxidant activity of the sulfated polysaccharides fraction contained in *C. racemosa*. Extraction of sulfated polysaccharides in *C. racemosa simplicia* was carried out using hot water (75-80 °C). Then the resulting extract was separated using ion exchange chromatography with DEAE sephadex a-50 resin with NaCl gradient. The fraction and crude extract of sulfated polysaccharides which is obtained then characterized to determine the total sugar and sulfate content, functional groups and monosaccharide units. Antioxidant activity on crude extract and fraction was carried out using the ABTS method. The extraction results showed the percent yield of extracts were 3.60%. Fractionation of the extract resulted in 25 fractions which were combined into 3 main fractions (fa, fb, and fc) based on absorption patterns on UV/VIS spectroscopy and FTIR. The sulfate polysaccharides fraction of *C. racemosa* contains 52-90% total sugar and 6-14% sulfate content, with the characteristic monomer units being mannose and glucose. The results of the antioxidant activity showed that the fa fraction had the highest activity then fb and fc with an IC<sub>50</sub> value of 214.17 g/mL, but smaller than the sulfated polysaccharide extract. Therefore, sulfated polysaccharides have the potential to be developed as a source of natural antioxidants from the sea.

**Keyword:** *Caulerpa racemosa*, antioxidant, sulfated polysaccharides

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi.....	5
1.6 Batasan Penelitian.....	5
BAB II .....	6
KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.1 <i>Caulerpa racemosa</i> .....	6
2.2 Fotosintesis.....	31
2.3 Kandungan Senyawa pada Dinding Sel <i>Caulerpa racemosa</i> .....	35
2.3 Polisakarida sulfat <i>Caulerpa racemosa</i> .....	37
2.4 Kromatografi Penukar Ion .....	39
2.4.1 Proses Pertukaran Ion .....	41
2.5 Antioksidan.....	45
2.5.1 Klasifikasi Antioksidan.....	46
2.5.2 Cara Kerja Antioksidan .....	48
2.5.3 ABTS (TEAC) .....	49
2.6 Sifat Antioksidan Rumput Laut .....	51

<b>BAB III</b> .....	53
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	53
<b>3.1 Lokasi Penelitian</b> .....	53
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	53
<b>3.2.1 Alat</b> .....	53
<b>3.2.2 Bahan</b> .....	53
<b>3.3 Diagram Penelitian</b> .....	54
<b>3.4 Prosedur Penelitian</b> .....	54
<b>3.4.1 Preparasi Sampel Rumput Laut Hijau <i>Caulerpa racemosa</i></b> .....	54
<b>3.4.2 Ekstraksi Polisakarida</b> .....	54
<b>3.4.3 Fraksinasi Ekstrak Polisakarida</b> .....	55
<b>3.4.4 Karakterisasi Ekstrak Polisakarida</b> .....	56
<b>3.4.4.1 Penentuan Gugus fungsi</b> .....	56
<b>3.4.4.1 Penentuan Kandungan Sulfat</b> .....	56
<b>3.4.4.2 Penentuan Total Gula</b> .....	57
<b>3.4.4.3 Penentuan Monomer</b> .....	57
<b>3.4.4.4 Uji Aktivitas Antioksidan Metode ABTS</b> .....	58
<b>BAB IV</b> .....	60
<b>TEMUAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	60
<b>4.1 Pengolahan <i>Caulerpa racemosa</i></b> .....	60
<b>4.1.1 Preparasi sampel</b> .....	60
<b>4.2 Isolasi dan fraksinasi polisakarida sulfat</b> .....	61
<b>4.2.1 Isolasi polisakarida sulfat</b> .....	61
<b>4.2.2 Fraksinasi polisakarida sulfat</b> .....	62
<b>4.3 Karakterisasi polisakarida sulfat</b> .....	65
<b>4.3.1 Penentuan kandungan sulfat dan total gula</b> .....	65
<b>4.3.2 Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR</b> .....	68
<b>4.3.4 Penentuan Monomer</b> .....	73
<b>4.4 Aktivitas Antioksidan (ABTS)</b> .....	77
<b>BAB V</b> .....	80
<b>SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI</b> .....	80
<b>5.2 Simpulan</b> .....	80
<b>5.2 Implikasi</b> .....	80

<b>5.3 Rekomendasi</b> .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	81
<b>LAMPIRAN</b> .....	91
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	104

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Pegabungan hasil fraksinasi polisakarida menggunakan FTIR.....	64
<b>Tabel 4.2</b> Hasil analisis total gula dan kandungan sulfat .....	67
<b>Tabel 4.3</b> Posisi pita infra merah spesifik ekstrak <i>Caulerpa racemosa</i> .....	71
<b>Tabel 4.4</b> Nilai Aktivitas Antioksidan IC <sub>50</sub> trolox, ekstrak kasar, dan fraksi (fa, fb, fc) dengan Metode ABTS .....	78

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Anggur laut kelompok <i>Caulerpa racemosa</i> (A) ; dan bagian-bagian dari <i>Caulerpa racemosa</i> (B) [Sumber : (Guiry & Guiry, 2007)].	6
<b>Gambar 2.2.1</b> Jalur fotosintesis reaksi gelap pada makroalga [Sumber: (Masojidek et al., 2013)]	34
<b>Gambar 2. 2</b> Jalur fotosintesis pada makroalga [Sumber: (Masojidek et al., 2013)]	31
<b>Gambar 2. 3</b> Skema Penukar Ion	39
<b>Gambar 2. 4</b> Oksidasi ABTS oleh kalium persulfat menghasilkan kation radikal ABTS <sup>+</sup> dan reaksinya dengan senyawa antiradikal (AOH) (Sumber: (Oliveira et al., 2014).	49
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir Penelitian	53
<b>Gambar 4. 1</b> Pegabungan hasil fraksinasi polisakarida menggunakan metode fenol-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	63
<b>Gambar 4.2</b> Gambaran skematis metode fenol-asam sulfat untuk analisis karbohidrat total [Sumber: (Viel et al., 2018)].	66
<b>Gambar 4.3a</b> Hasil FTIR ekstrak kasar polisakarida sulfat <i>Caulerpa racemosa</i>	70
<b>Gambar 4.4b</b> Hasil overlay FTIR fraksi; f1 (a), f2(b), f3(c) polisakarida sulfat <i>Caulerpa racemosa</i> .	70
<b>Gambar 4.4 a</b> Analisis monomer Ekstrak Kasar <i>Caulerpa racemosa</i>	73
<b>Gambar 4.4 c</b> Analisis monomer Fraksi (fa) <i>Caulerpa racemosa</i>	74
<b>Gambar 4.4 b</b> Analisis monomer Fraksi (fb) <i>Caulerpa racemosa</i>	74
<b>Gambar 4.4 d</b> Analisis monomer Fraksi (fb) <i>Caulerpa racemosa</i>	74

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi.....	91
Lampiran 2. Data Analisis FTIR Polisakarida Sulfat.....	92
Lampiran 3. Data Analisis dan Perhitungan Total Gula dan Kandungan Sulfat ..	96
Lampiran 4. Data Analisis HPLC Polisakarida Sulfat .....	97
Lampiran 5. Data Analisis Dan Perhitungan Nilai Antioksidan .....	100

## DAFTAR PUSTAKA

- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2019). *Nilai Ekspor Rumput Laut Periode Januari -September (Triwulan I-III) Tahun 2019 Mengalami Kenaikan*. Kkp.Go.Id. <https://kkp.go.id/djpdspkp/bbp2hp/artikel/16175-nilai-ekspor-rumput-laut-periode-januari-september-triwulan-i-iii-tahun-2019-mengalami-kenaikan>
- Agustini, N. W. S. (2005). *Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas Hayati Pigmen Fikobiliprotein dari Ekstrak Spirulina Platensis*. 691–697.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B., Berker, K. I., & Özyurt, D. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, *12*(7), 1496–1547. <https://doi.org/10.3390/12071496>
- BeMiller, J. N. (2008). Polysaccharides: Occurrence, Significance, and Properties. *Glycoscience*, 1413–1435. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-30429-6\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30429-6_34)
- Boligon, A. A. (2014). Technical Evaluation of Antioxidant Activity. *Medicinal Chemistry*, *4*(7), 517–522. <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000188>
- Buck, D. . (1991). *Antioxidant* (J. Smith (ed.); Food Addit). Blackie Academic dan Professional.
- Chattopadhyay, K., Adhikari, U., Lerouge, P., & Ray, B. (2007). Polysaccharides from *Caulerpa racemosa*: Purification and Structural Features. *Carbohydrate Polymers*, *68*(3), 407–415. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.12.010>
- Cho, M. L., Yang, C., Kim, S. M., & You, S. G. (2010). Molecular Characterization and Biological Activities of Watersoluble Sulfated Polysaccharides from *Enteromorpha prolifera*. *Food Science and Biotechnology*, *19*(2), 525–533. <https://doi.org/10.1007/s10068-010-0073-3>
- Cho, M., & You, S. (n.d.). *Sulfated Polysaccharides from Green Seaweeds* (pp. 941–953).
- Christalina, I., Susanto, T. E., Ayucitra, A., Kimia, J. T., Teknik, F., Katolik, U., &



- Mandala, W. (2018). *AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI ALAMI Pendahuluan*. 18–25.
- Costa, L. S., Fidelis, G. P., Cordeiro, S. L., Oliveira, R. M., Sabry, D. A., Câmara, R. B. G., Nobre, L. T. D. B., Costa, M. S. S. P., Almeida-Lima, J., Farias, E. H. C., Leite, E. L., & Rocha, H. A. O. (2010). Biological activities of sulfated polysaccharides from tropical seaweeds. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, *64*(1), 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2009.03.005>
- Cunha, L., & Grenha, A. (2016). Sulfated seaweed polysaccharides as multifunctional materials in drug delivery applications. *Marine Drugs*, *14*(3). <https://doi.org/10.3390/md14030042>
- Domozych, D. S., Ciancia, M., Fangel, J. U., Mikkelsen, M. D., Ulvskov, P., & Willats, W. G. T. (2012). The cell walls of green algae: A journey through evolution and diversity. *Frontiers in Plant Science*, *3*(MAY), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2012.00082>
- Estevez, J. M., Fernández, P. V., Kasulin, L., Dupree, P., & Estevez, J. M. (2009). Chemical and in situ characterization of macromolecular components of the cell walls from the green seaweed *Codium fragile*. *Glycobiology*, *19*(3), 212–228. <https://doi.org/10.1093/glycob/cwn101>
- Faisal, H. (2019). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol buah okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) dan Metode ABTS (2,2-azinobis-(3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic Acid). *Ready Star*, *2*(1), 1–5.
- Fernández, P. V., Ciancia, M., & Estevez, J. M. (2011). Cell wall variability in the green seaweed *Codium vermilara* (bryopsidales chlorophyta) from the argentine coast. *Journal of Phycology*, *47*(4), 802–810. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2011.01006.x>
- GE Healthcare Bio-Sciences AB. (2007). *DEAE Sephadex A-25, DEAE Sephadex A-50, QAE Sephadex A-25 and QAE Sephadex A-50*.
- Ghosh, P., Adhikari, U., Ghosal, P. K., Pujol, C. A., Carlucci, M. J., Damonte, E.

- B., & Ray, B. (2004). In vitro Anti-herpetic Activity of Sulfated Polysaccharide Fractions from *Caulerpa racemosa*. *Phytochemistry*, *65*(23), 3151–3157. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.07.025>
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2007). *Genus: Caulerpa taxonomy browser* (AlgaeBase). World-wide electronic publication.
- Helbert, W. (2017). Marine polysaccharide sulfatases. *Frontiers in Marine Science*, *4*(JAN), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00006>
- Hidayat, T. (2019). Identifikasi Dan Karakterisasi Rumput Laut Tropika (Dari Kepulauan Seribu ) Sebagai Sumber Bahan Baku Kosmetik. *Creative Research Journal*, *4*(02), 49. <https://doi.org/10.34147/crj.v4i02.165>
- Hidayat, T., Nurjanah, Jacob, A. M., & Putera, B. A. (2020). Antioxidant Activity of Fresh and Boiled *Caulerpa* sp . *Jphpi*, *23*(3), 566–575.
- Imjongjairak, S., Ratanakhanokchai, K., Laohakunjit, N., Tachaapaikoon, C., Pason, P., & Waeonukul, R. (2016). Biochemical characteristics and antioxidant activity of crude and purified sulfated polysaccharides from *Gracilaria fisheri*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, *80*(3), 524–532. <https://doi.org/10.1080/09168451.2015.1101334>
- Imrawati, Mus, S., Gani, S. A., & Bubua, K. I. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat Daun kersen ( *Muntingia calabura* L . ) Menggunakan Metode ABTS. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, *2*(2), 59–62.
- Ji, H., Shao, H., Zhang, C., Hong, P., & Xiong, H. (2008). Separation of the Polysaccharides in *Caulerpa racemosa* and Their Chemical Composition and Antitumor Activity Hongwu. *Journal of Applied Polymer Science*, *116*(5), 2658–2667. <https://doi.org/10.1002/app>
- Jiao, G., Yu, G., Zhang, J., & Ewart, H. S. (2011). Chemical structures and bioactivities of sulfated polysaccharides from marine algae. *Marine Drugs*, *9*(2), 196–233. <https://doi.org/10.3390/md9020196>
- Juarsa, R. P., Pascasarjana, P., & Industri, T. (2019). Analisis dan Strategi untuk Tasya Rahmania, 2021  
**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK POLISAKARIDA SULFAT DARI RUMPUT LAUT HIJAU (*Caulerpa racemosa*)**  
 Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

- Mendukung Prospek Perdagangan Rumput Laut Indonesia. *Jurnal Cendekia Niaga*, 3(2), 51–60.
- Khaira Kuntum. (2010). Menangkal Radikal Bebas dengan Antioksidan. In *Jurnal Sainstek* (Vol. 2, pp. 183–187).
- Kidgell, J. T., Magnusson, M., de Nys, R., & Glasson, C. R. K. (2019). Ulvan: A systematic review of extraction, composition and function. *Algal Research*, 39(September 2018), 101422. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101422>
- Kikuzaki, H., & Nakatani, N. (1993). Antioxidant Effects of Some Ginger Constituents. *Journal of Food Science*, 58(6), 1407–1410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb06194.x>
- Kumalaningsih, S. (2006). *Antioksidan Alami*. Trubus Agrisarana.
- Kurniawan, R., Nurjanah, M., Jacob, A., Abdullah, A., & Pertiwi, R. M. (2019). Karakteristik Garam Fungsional dari Rumput Laut Hijau *Ulva lactuca*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3), 573–580. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i3.29220>
- Ma, X. T., Sun, X. Y., Yu, K., Gui, B. S., Gui, Q., & Ouyang, J. M. (2017). Effect of Content of Sulfate Groups in Seaweed Polysaccharides on Antioxidant Activity and Repair Effect of Subcellular Organelles in Injured HK-2 Cells. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2542950>
- Mackie, I. M., & Percival, E. (1961). 577. Polysaccharides from the green seaweeds of *Caulerpa* spp. Part III. Detailed study of the water-soluble polysaccharides of *C. filiformis*: Comparison with the polysaccharides synthesised by *C. racemosa* and *C. sertularioides*. *Journal of the Chemical Society (Resumed)*, 3010, 3010–3015. <https://doi.org/10.1039/jr9610003010>
- Magdugo, R. P., Terme, N., Lang, M., Pliego-Cortés, H., Marty, C., Hurtado, A. Q., Bedoux, G., & Bourgougnon, N. (2020). An analysis of the nutritional and health values of *Caulerpa racemosa* (Forsskål) and *Ulva fasciata* (Delile)—Two chlorophyta collected from the Philippines. *Molecules*, 25(12).

<https://doi.org/10.3390/molecules25122901>

- Mardina, P., Prathama, H. A., & Hayati, D. M. (2016). Pengaruh Waktu Hidrolisis Dan Konsentrasi Katalisator Asam Sulfat Terhadap Sintesis Furfural Dari Jerami Padi. *Konversi*, 3(2), 1. <https://doi.org/10.20527/k.v3i2.158>
- Masojdek, J., Koblek, M., & Torzillo, G. (2007). Photosynthesis in Microalgae. *Handbook of Microalgal Culture*, 20–39. <https://doi.org/10.1002/9780470995280.ch2>
- Masojdek, J., Torzillo, G., & Koblížek, M. (2013). Photosynthesis in Microalgae. *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology: Second Edition, April*, 21–36. <https://doi.org/10.1002/9781118567166.ch2>
- Merdekawati, W., & Susanto, A. B. (2009). Kandungan Dan Komposisi Pigmen Rumput Laut Serta Potensinya Untuk Kesehatan. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 4(2), 41. <https://doi.org/10.15578/squalen.v4i2.147>
- Mutmainnah. (2017). *Pengaruh Kondisi Lingkungan dan Proses Penanganan Prakonsumsi terhadap Aktivitas Antioksidan Caulerpa racemosa*.
- Nanda, M. S. (2017). *Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Etanol Rumput Laut Merah (Eucheuma cottonii) Di Perairan Kabupaten Aceh Jaya*.
- Ni Wayan, M., I Nyoman, S., & Putu, E. (2014). Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Etanol Buah Terong Ungu (*Solanum Melongena L.*). *Jurnal Kimia*, 8(2), 145–152.
- Nio Song, A. (2012). Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(1), 28. <https://doi.org/10.35799/jis.12.1.2012.398>
- Nishino, T., Aizu, Y., & Nagumo, T. (1991). The relationship between the molecular weight and the anticoagulant activity of two types of fucan sulfates from the brown seaweed *Ecklonia kurome*. *Agricultural and Biological Chemistry*, 55(3), 791–796. <https://doi.org/10.1080/00021369.1991.10870645>
- Nurcholis, W. (2008). *Profil senyawa penciri bioaktivitas tanaman temulawak*

*pada agrobiotik berbeda*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

- Oliveira, S ; Souza, G.A; Eckert, C.R; Silva, T.A; Edmar Silva Sobra, E.S; Fávero, O.P; Ferreira, M.J.P; Romoff, P; Baader, W. . (2014). Evaluation of Antiradical Assays Used in Determining The Antioxidant Capacity of Pure Compounds and Plant Extracts. *Quim. Nova*, 37(3), 497–503.
- Pakidi, C. S., & Suwoyo, H. . (2016). Potensi dan Pemanfaatan Bahan Aktif Alga Coklat. *Octopus*, 5(2), 488–498. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/octopus/article/view/720/pdf>
- Percival, E. (1979). The polysaccharides of green, red and brown seaweeds: Their basic structure, biosynthesis and function. *British Phycological Journal*, 14(2), 103–117. <https://doi.org/10.1080/00071617900650121>
- Pereira, L., Sousa, A., Coelho, H., Amado, A. M., & Ribeiro-Claro, P. J. A. (2003). Use of FTIR, FT-Raman and <sup>13</sup>C-NMR spectroscopy for identification of some seaweed phycocolloids. *Biomolecular Engineering*, 20(4–6), 223–228. [https://doi.org/10.1016/S1389-0344\(03\)00058-3](https://doi.org/10.1016/S1389-0344(03)00058-3)
- Qalsum, U., Diah, A. W. M., & Supriadi, S. (2017). Analisis Kadar Karbohidrat, Lemak Dan Protein Dari Tepung Biji Mangga (*Mangifera indica* L) Jenis Gadung. *Jurnal Akademi Kimia*, 4(4), 168. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2015.v4.i4.7867>
- Rahmawati, I. S., & Suntornsuk, W. (2016). Effects of Fermentation and Storage on Bioactive Activities in Milks and Yoghurts. *Procedia Chemistry*, 18(Mcls 2015), 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.01.010>
- Ridhowati, S., & Asnani. (2016). *Potensi Anggur Laut Kelompok Caulerpa racemosa Sebagai Kandidat Sumber Pangan Fungsional Indonesia*. XLI, 50–62.
- Rizki, I., Fadhilah, M., Sinurat, E., Fajriah, S., & Saefudin, E. (2020). Antioxidant Activity of Sulfated Polysaccharide Extract from Green Seaweed (*Caulerpa lentillifera*) Makassar, Indonesia. *Key Engineering Materials*, 840 KEM, 214–

220. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.840.214>

- Rodrigues, J. A. G., Quinderé, A. L. G., de Queiroz, I. N. L., Coura, C. O., & Benevides, N. M. B. (2012). Comparative study of sulfated polysaccharides from *Caulerpa* spp. (Chlorophyceae). biotechnological tool for species identification? *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, *34*(4), 381–389. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v34i4.8976>
- Rodrigues, J., Benevides, N., Tovar, A. M. F., & Mourão, P. D. S. (2017). In vitro inactivation of thrombin generation by polysulfated fractions isolated from the tropical coenocytic green seaweed *caulerpa racemosa* (Caulerpaeae, bryopsidales). *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, *39*(3), 283–292. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v39i3.32095>
- Sari, N. W., Fajri, M., Terpadu, L., Unggul, U. E., Barat, J., & Jeruk, K. (2018). ANALISIS FITOKIMIA DAN GUGUS FUNGSI DARI EKSTRAK ETANOL PISANG Pendahuluan Metodologi Penelitian Waktu dan Tempat Penelitian Alat dan Bahan Persiapan Sampel Ekstraksi Pemeriksaan Alkaloid Pemeriksaan Flavonoid. *IJOB Volume 2, Nomor 1, 2*(1).
- Shanura Fernando, I. P., Asanka Sanjeewa, K. K., Samarakoon, K. W., Lee, W. W., Kim, H. S., Kim, E. A., Gunasekara, U. K., Abeytunga, D. T. U., Nanayakkara, C., De Silva, E. D., Lee, H. S., & Jeon, Y. J. (2017). FTIR Characterization and Antioxidant Activity of Water Soluble Crude Polysaccharides of Sri Lankan Marine Algae. *Algae*, *32*(1), 75–86. <https://doi.org/10.4490/algae.2017.32.12.1>
- Sie, J. O. (2013). Daya Antioksidan Ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* Linn.) Hasil Pengadukan dan Reflux. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, *2*(1), 1–10.
- Sinurat, E., & Fadrijah, S. (2019). The Chemical Properties of Seaweed *Caulerpa* lentifera from Takalar, South Sulawesi. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *546*(4). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/546/4/042043>

- Stiger-Pouvreau, V., Bourgougnon, N., & Deslandes, E. (2016). Carbohydrates from Seaweeds. In *Seaweed in Health and Disease Prevention* (Issue 2010). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802772-1.00008-7>
- Sun, Y., Gong, G., Guo, Y., Wang, Z., Song, S., Zhu, B., Zhao, L., & Jiang, J. (2018). Purification, structural features and immunostimulatory activity of novel polysaccharides from *Caulerpa lentillifera*. *International Journal of Biological Macromolecules*, *108*, 314–323. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.12.016>
- Suparmi, & Sahri. (2009). *Mengenal Potensi Rumput Laut : Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri Dan Kesehatan*. *SULTAN AGU*, 95–116.
- Sze, A. (1998). *Algae. Second Edition*. Wm.c.Brown Publishers.
- Talakua, S., Simatauw F. F. C. dan Nurhayati, M. (2011). Analisis Kandungan Gizi Makroalga *Caulerpa Racemosa* dari Pantai Arowi, Kabupaten Manokwari. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan, ISSN 0216-*.
- Tariq, A., Athar, M., Ara, J., Sultana, V., Ehteshamul-Haque, S., & Ahmad, M. (2015). Biochemical evaluation of antioxidant activity in extracts and polysaccharide fractions of seaweeds. *Global Journal of Environmental Science and Management*, *1*(1), 47–62. <https://doi.org/10.7508/gjesm.2015.01.005>
- Tian, H., Liu, H., Song, W., Zhu, L., & Yin, X. (2019). Polysaccharide from *Caulerpa lentillifera*: extraction optimization with response surface methodology, structure and antioxidant activities. *Natural Product Research*, *0*(0), 1–9. <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1700507>
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Gabriel, J. (2016). Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung ( *Mimusops elengi* L ). *Universitas Indonesia*, 2.
- Venkatesan, M., Arumugam, V., Pugalendi, R., Ramachandran, K., Sengodan, K., Vijayan, S. R., Sundaresan, U., Ramachandran, S., & Pugazhendhi, A. (2019).

- Antioxidant, anticoagulant and mosquitocidal properties of water soluble polysaccharides (WSPs) from Indian seaweeds. *Process Biochemistry*, 84(January), 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.05.029>
- Viel, M., Collet, F., & Lanos, C. (2018). Chemical and multi-physical characterization of agro-resources' by-product as a possible raw building material. *Industrial Crops and Products*, 120(September), 214–237. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.025>
- Wang, L., Wang, X., Wu, H., & Liu, R. (2014). Overview on biological activities and molecular characteristics of sulfated polysaccharides from marine green algae in recent years. In *Marine Drugs* (Vol. 12, Issue 9). <https://doi.org/10.3390/md12094984>
- Wiraatmaja, I. W. (2017). Bahan Ajar Fotosintesis. *Simdos.Unud.Ac.Id*, 45. [https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_pendidikan\\_1\\_dir/8aea2e5513232dd2c3e0119b136ddafc.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/8aea2e5513232dd2c3e0119b136ddafc.pdf)
- Wonorahardjo, S. (2013). *Metode-metode Pemisahan Kimia*. Akademia Permata.
- Wu, S., Fu, X., Brennan, M. A., Brennan, C. S., & Chun, C. (2016). The effects of different purifying methods on the chemical properties, in vitro anti-tumor and immunomodulatory activities of abrus cantoniensis polysaccharide fractions. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/ijms17040511>
- Yap, W. F., Tay, V., Tan, S. H., Yow, Y. Y., & Chew, J. (2019). Decoding antioxidant and antibacterial potentials of Malaysian green seaweeds: *Caulerpa racemosa* and *caulerpa lentillifera*. *Antibiotics*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/antibiotics8030152>
- Yusniarti, F., Lita, D., & Feny, a D. Y. M. (2009). Kandungan Total Fenol Dalam Rumpun Laut *Caulerpa racemosa* yang Berpotensi Sebagai Antioksidan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1), 34–39. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmthp/article/view/1859/1468>
- Zhao, C., Liao, Z., Wu, X., Liu, Y., Liu, X., Lin, Z., Huang, Y., & Liu, B. (2014).



Isolation, Purification, and Structural Features of a Polysaccharide from *Phellinus linteus* and Its Hypoglycemic Effect in Alloxan-Induced Diabetic Mice. *Journal of Food Science*, 79(5), 1002–1010.  
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.12464>