

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK METANOL, FRAKSI ETIL ASETAT, DAN *n*-HEKSANA DARI RUMPUT LAUT *Gelidium amansii* DENGAN METODE *FERRIC REDUCING ANTIOXIDANT POWER*

Arum Prabandari^{1,*}

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan

* penulis korespondensi, e-mail: arumprabandari123@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Artikel histori

Received :
Revised :
Accepted :

Kata Kunci

Antioksidan, fraksinasi, *Gelidium amansii*, rumput laut merah, FRAP

ABSTRAK

Rumput laut merah *Gelidium amansii* memiliki senyawa fenolik (*mycosporin-like amino acids*, polifenol) dan pigmen (fikobiliprotein) yang dapat berperan sebagai antioksidan alami. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya aktivitas antioksidan dari rumput laut merah *Gelidium amansii*.

Gelidium amansii diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol (1:8). Ekstrak dikeringkan dengan metode *freeze drying*. Ekstrak kering kemudian difraksinasi menggunakan pelarut *n*-Heksana dan etil asetat. Ekstrak dan fraksi dianalisis aktivitas antioksidannya dengan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Kapasitas antioksidan dinyatakan dengan parameter nilai mM Fe²⁺/g ekstrak. Trolox digunakan sebagai kontrol positif. Data aktivitas antioksidan dianalisis statistik menggunakan aplikasi SPSS 25.0 dengan taraf kepercayaan 95%.

Hasil penelitian menunjukkan kapasitas antioksidan ekstrak metanol, fraksi *n*-heksana, dan fraksi etil asetat rumput laut merah *Gelidium amansii* secara berturut-turut sebesar 69,01; 121,93; 469,66 mM Fe²⁺/g ekstrak. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan ekstrak metanol, fraksi *n*-Heksana, dan fraksi etil asetat berbeda signifikan.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah fraksi etil asetat memiliki kapasitas antioksidan tertinggi, selanjutnya fraksi *n*-Heksana dan ekstrak metanol yang berbeda secara signifikan.

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



1. Pendahuluan

Salah satu sumber daya hayati yang banyak terdapat di maritim Indonesia adalah rumput laut. Sebanyak 555 ditemukan di Indonesia dari 8.642 spesies alga di dunia. Sekitar 452 spesies, rumput laut merah (*Rhodophyta*) memiliki keanekaragaman terbesar di perairan maritim Indonesia. Rumput laut mempunyai aktivitas antioksidan, imunostimulan, dan antibakteri. Rumput laut merah memiliki tingkat aktivitas biologis yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan varietas rumput laut lainnya (Loho *et al.*, 2021).

Antioksidan yaitu zat yang dapat mengurangi radikal bebas dengan cara mencegah proses oksidasi radikal bebas, baik yang bersumber dari dalam tubuh ataupun lingkungan seperti polusi udara, asap rokok, sinar ultraviolet, obat-obatan tertentu (Khikmah, 2020). Saat ini, zat antioksidan semakin banyak digunakan dalam bidang pangan dan kesehatan. Dalam bidang kesehatan, zat antioksidan telah terbukti secara ilmiah mampu meminimalisir resiko penyakit degeneratif, seperti penyakit kardiovaskuler, osteoporosis, dan kanker (Hartati, 2016). Antioksidan sintetik seperti *tert-butylhydroquinone* (TBHQ), *butylated hydroxyanisole* (BHA), serta *butylated hydroxytoluene* (BHT) banyak dijumpai pada produk makanan yang beredar di masyarakat. Pemakaian antioksidan sintetik dalam jangka panjang dapat memicu terjadinya hepatotoksik. Oleh karena itu, diperlukan adanya alternatif sumber antioksidan alami seperti rumput laut (Leksono *et al.*, 2018).

Rumput laut memiliki beragam pigmen, seperti klorofil, karotenoid, dan fikobiliprotein yang membantu dalam beradaptasi dengan lingkungan sekitar. Senyawa tersebut berperan penting dalam proses fotosintesis dan memiliki fungsi sebagai antioksidan kuat yang dapat melindungi sel-sel rumput laut dari kerusakan oksidatif (Wahyudi, 2021). Dibandingkan dengan rumput laut hijau dan coklat, rumput laut merah adalah jenis yang paling kaya akan senyawa metabolit primer dan sekunder (Yulianti *et al.*, 2018). Rumput laut merah *Gelidium amansii* yang digunakan pada penelitian ini dinilai memiliki senyawa yang bersifat sebagai antioksidan alami, seperti *mycosporine-like amino acid* (MAAs), fikobiliprotein, karotenoid dan polifenol (Khikmah, 2020).

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan Alat

Sampel yang digunakan adalah rumput laut merah (*Gelidium amansii*) yang diperoleh dari UD. Rumput Laut Gunung Kidul (Daerah Istimewa Yogyakarta) pada bulan Agustus tahun 2022. Kemudian identifikasi tanaman rumput laut merah *Gelidium amansii* dilakukan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Bahan-bahan yang digunakan adalah rumput laut merah *Gelidium amansii*, metanol (E Merck), natrium asetat (E Merck), asam asetat, *n*-Heksana (E Merck), Etil asetat (E Merck), Trolox, *2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine* (TPTZ) (SigmaAldrich), FeSO₄.7H₂O (E Merck), aquades (Jaya Santosa), HCl pekat (E Merck), dan FeCl₃ (E Merck). Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik (Ohaus), cawan porselin, botol duran 500 ml (Schott), erlenmeyer 250 mL, gelas ukur 100 mL, pH meter (Ultron), ultrasonikator, *magnetic stirrer* (Cimarec), corong buchner, waterbath (Mettler), *rotary evaporator* (Heidolph), *freeze dryer* (Bench Top Pro with Omnitronics), spektrofotometri UV – Vis (Pharmaspec UV-1800 Shimadzu).

2.2. Ekstraksi

Rumput laut merah *Gelidium amansii* segar dibersihkan secara sortasi basah dengan air mengalir hingga bebas dari bebatuan dan pasir, kemudian dijemur selama 3 hari. Simplisia kering lalu dilakukan sortasi kering guna menyisahkan benda asing seperti bagian tanaman yang tidak dikehendaki dan pengotor lainnya yang tertinggal ketika sortasi basah, lalu dilanjutkan dengan penyerbukan simplisia. Serbuk simplisia rumput laut merah

ditimbang sebanyak 50 g dimasukkan ke dalam botol duran 500 mL. Ditambahkan metanol 80% sebanyak 400 mL, dilakukan ultrasonikasi selama 1 jam, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 8 jam, lalu sampel dimaserasi selama 24 jam. Sampel difiltrasi menggunakan kertas whatman no.1, filtrat yang didapatkan lalu dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 55-60°C hingga didapatkan filtrat pekat bebas metanol sebanyak 25-30 mL (ketika disimpan di *freezer* dapat membeku), filtrat lalu dikeringkan dengan *freeze drying* sampai diperoleh ekstrak kering.

2.3. Fraksinasi

2.3.1 Fraksi *n*-heksana

Sejumlah 1 g ekstrak metanol *Gelidium amansii* dimasukkan ke dalam botol duran. Pelarut *n*-heksana ditambahkan sebanyak 20 mL, lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 6 jam. Sampel disaring menggunakan kertas whatman no.1 dan diletakkan di cawan porselin, kemudian dipanaskan di atas *waterbath* hingga tersisa ekstrak kental. Ekstrak kental diletakkan ke dalam desikator selama 2 hari dengan tujuan untuk menghilangkan air sehingga bobot ekstrak akan stabil ketika ditimbang.

2.3.2 Fraksi etil asetat

Sejumlah 1 g ekstrak metanol *Gelidium amansii* dimasukkan ke dalam botol duran. Pelarut etil asetat ditambahkan sebanyak 20 mL, lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 6 jam. Sampel disaring menggunakan kertas whatman no.1 dan diletakkan di cawan porselin, kemudian dipanaskan di atas *waterbath* hingga tersisa ekstrak kental. Ekstrak kental diletakkan ke dalam desikator selama 2 hari dengan tujuan untuk menghilangkan air sehingga bobot ekstrak akan stabil ketika ditimbang.

2.4. Analisis Aktivitas Antioksidan

2.4.1 Penyiapan larutan

2.4.1.1 Larutan dapar asetat pH 3,6

Dapar asetat pH 3,6 dibuat dengan menimbang natrium asetat sejumlah 0,775 g lalu dilarutkan ke dalam 4 mL CH₃COOH pekat dan ditambahkan 250,0 mL aquades (Munadiah, 2017).

2.4.1.2 Larutan FeCl₃.6H₂O 20 mmol/L

Sejumlah 54 mg FeCl₃ dilarutkan dalam 10,0 mL aquades (Munadiah, 2017).

2.4.1.3 Larutan HCl 40 mmol/L

Sejumlah 0,33 mL HCl pekat dilarutkan ke dalam 100,0 mL aquades (Munadiah, 2017)

2.4.1.4 Larutan 2,4,6-tripiryridilstriazie (TPTZ) 10 mmol/mL

Sejumlah 31,2 mg TPTZ dilarutkan dalam 10,0 mL HCl 40 mmol/L (Munadiah, 2017).

2.4.1.5 Penyiapan reagen FRAP

Reagen FRAP perbandingan 10:1:1 disiapkan dengan ditambahkan 25,0 mL dapar asetat, 2,5 mL larutan TPTZ 2,5 mL larutan FeCl₃.6H₂O (Munadiah, 2017).

2.4.1.6 Penyiapan larutan standar FeSO₄.7H₂O

Sejumlah 27,8 mg FeSO₄.7H₂O ditimbang dan dilarutkan ke dalam 100,0 mL aquades, maka dihasilkan larutan stok dengan konsentrasi 1 mM. Larutan stok tersebut dibuat seri konsentrasi 0,020; 0,050; 0,100; 0,120; 0,150; 0,200; 0,240 mM dengan diambil masing-masing sejumlah 0,1; 0,25; 0,5; 0,6; 0,75; 1,0; 1,2 mL yang dituangkan ke dalam labu takar dan dicukupkan menggunakan aquades sampai 5,0 mL (Rismayanti dan Husni, 2021).

2.4.1.7 Penyiapan larutan sampel

Ekstrak rumput laut berbagai fraksi serta kontrol positif ditimbang sejumlah 10,0 mg dan dilarutkan ke dalam 10,0 mL metanol 80%, maka dihasilkan larutan stok dengan kadar 1000 µg/mL. Larutan stok masing-masing diambil sebanyak 0,1 mL ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan reagen FRAP sebanyak 3 mL, kemudian larutan diinkubator pada suhu 37°C selama 4 menit. Pembacaan dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Rismayanti dan Husni, 2021).

2.4.1.8 Penyiapan larutan blanko

Blanko yang digunakan adalah pelarut metanol dan reagen FRAP. Sejumlah 0,1 mL larutan metanol ditambahkan reagen FRAP sebanyak 3 mL dalam tabung reaksi. Larutan di inkubasi pada suhu 37°C selama waktu OT yang diperoleh. Kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis.

2.4.2 Penentuan *operating time*

Larutan standar dipipet sejumlah 0,1 mL lalu ditambahkan 3 mL reagen FRAP. Serapan larutan diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis selama 120 menit pada panjang gelombang 593 nm.

2.4.3 Pembacaan panjang gelombang maksimum

Larutan sampel sejumlah 0,1 mL dicampurkan dengan 3 mL reagen FRAP. Pembacaan panjang gelombang maksimal dilakukan pada *range* 500-600 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil ekstraksi *Gelidium amansii*

Hasil rendemen ekstrak *Gelidium amansii* diperoleh rata-rata sebesar 4,03%. Rendemen yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Leksono *et al.* (2018) yaitu ekstrak metanol *Gelidium* sp. sebesar 0,214 g dan ekstrak *n*-heksana *Gelidium* sp. sebesar 0,850 g dengan perbandingan pelarut 1:4. Perbedaan rendemen ekstrak dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti, kondisi alamiah sampel, ukuran partikel sampel, konsentrasi pelarut, serta kondisi dan waktu ekstraksi. Hasil rendemen ekstrak *Gelidium amansii* dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Rendemen ekstrak *Gelidium amansii*

Replikasi	Bobot simplisia (g)	Bobot ekstrak (g)	Rendemen (%)	Rata-rata rendemen \pm SD (%)
1	50,0021	1,7863	3,57	4,03 \pm 0,71
2	50,0017	1,8417	3,68	
3	50,0030	2,4226	4,84	



Gambar 1. Ekstrak *Gelidium amansii*

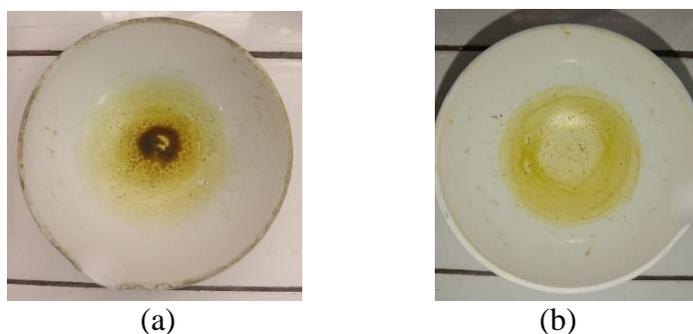
Fraksinasi merupakan proses pemisahan senyawa bioaktif berdasarkan polaritasnya yang bertujuan untuk menghasilkan jenis dan jumlah fraksi yang berbeda sesuai dengan tingkat kepolaran pelarut yang digunakan (Wahyudi, 2021). Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah etil asetat yang bersifat semi polar dan *n*-heksana yang bersifat non-polar. Hasil rendemen fraksinasi ekstrak *Gelidium amansii* dapat dilihat pada Tabel II.

Tabel II. Rendemen fraksinasi ekstrak *Gelidium amansii*

Jenis pelarut	Bobot ekstrak (g)	Bobot fraksi (g)	Rendemen (%)
<i>n</i> -Heksana	1,0000	0,0315	3,15
Etil asetat	1,0001	0,0524	5,24

Berdasarkan tabel di atas maka dapat disimpulkan bahwa rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini lebih besar dibandingkan penelitian sebelumnya oleh (Leksono *et al.*, 2018). Hasil yang diperoleh yaitu fraksi *n*-heksana sebesar 0,17% dan fraksi etil asetat sebesar 0,68%. Perbedaan rendemen dapat disebabkan oleh karakteristik sampel yang diekstrak, pelarut, dan metode yang digunakan (Hidayat *et al.*, 2018).

Jenis pelarut etil asetat bersifat semi polar sehingga mampu menarik banyak senyawa bioaktif pada rumput laut *Gelidium amansii* yang bersifat polar maupun non polar. Pada rumput laut *Gelidium amansii* terdapat senyawa antioksidan seperti MAAs, fikobiliprotein, karotenoid dan polifenol. Polifenol merupakan senyawa pereduksi seperti *dietary fiber*, vitamin C, vitamin E, dan karotenoid yang mampu melindungi jaringan tubuh dari kerusakan oksidatif (Sanger *et al.*, 2018). Pada penelitian ini, perbedaan jumlah rendemen yang dihasilkan disebabkan karena jenis pelarut pada ekstraksi yang berbeda tingkat polaritasnya. Tingginya rendemen berpengaruh pada senyawa bioaktif yang terdapat pada sampel (Wahyudi, 2021).

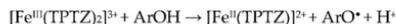


Gambar 2. Hasil fraksinasi *Gelidium amansii*: (a) fraksi etil asetat, (b) fraksi *n*-heksana

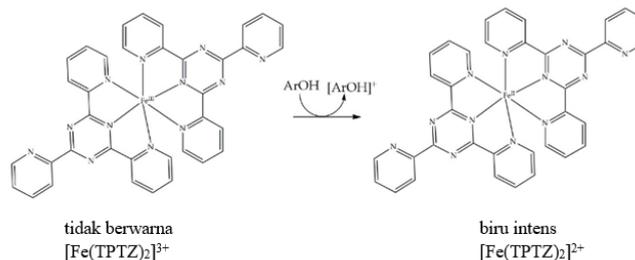
3.2 Aktivitas antioksidan

Penetapan aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut *Gelidium amansii* dilakukan dengan menggunakan metode FRAP. Metode FRAP adalah metode yang melibatkan reduksi *ferric tripyridyltriazine* [FeIII(TPTZ)]³⁺ untuk membentuk kompleks ferro berwarna biru prusia [FeII(TPTZ)]²⁺ dalam kondisi asam (pH 3,6). Kelebihan metode FRAP adalah cepat dan ekonomis, serta reagen yang diperlukan cukup sederhana (Sadeer *et al.*, 2020). Penetapan aktivitas antioksidan dari suatu sampel yang menggunakan metode FRAP diukur berdasarkan kekuatan zat antioksidan dalam mereduksi ion Fe³⁺ menjadi Fe²⁺ maka, aktivitas antioksidan suatu zat dapat diibaratkan dengan kekuatan mereduksi dari zat tersebut (Santos dan Silva, 2020). Kemampuan mereduksi suatu senyawa umumnya tergantung pada reduktan yang berperan sebagai antioksidan melalui pemecahan rantai radikal bebas dengan donasi atom hidrogen. Mekanisme reaksi FRAP dapat dilihat pada Gambar 3.

Reaksi kimia:



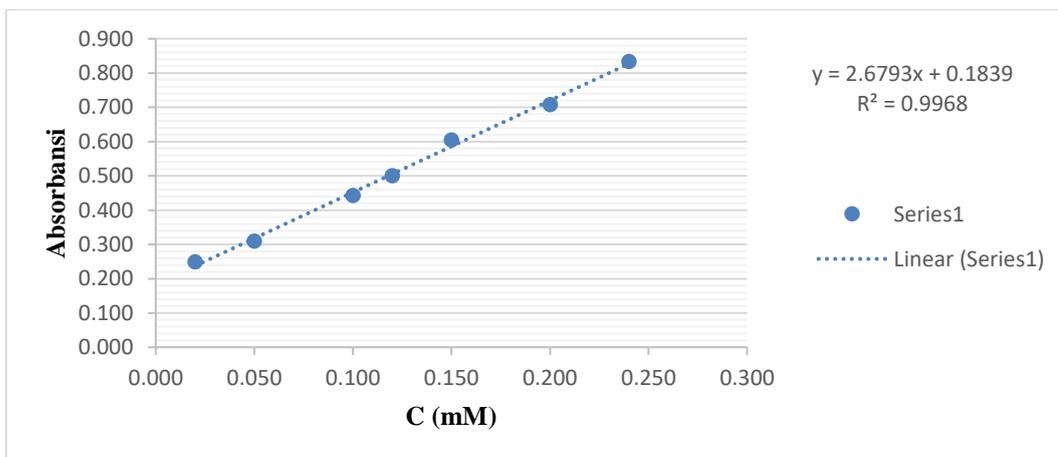
Mekanisme reaksi:



Gambar 3. Mekanisme reaksi FRAP (Sadeer *et al.*, 2020)

Penentuan panjang gelombang maksimum bertujuan untuk memperoleh panjang gelombang dari senyawa aktif yang berada pada kondisi absorbansi (serapan) maksimum. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh dari standar FeSO₄ adalah 595,1 nm dan sampel sebesar 594,9 nm. Hasil tersebut mendekati panjang gelombang teori yaitu 593 nm. Perbedaan panjang gelombang tersebut dapat terjadi tergantung dari sampel yang dianalisis (Sadeer *et al.*, 2020). Penentuan *operating time* (OT) bertujuan untuk memperoleh waktu operasi dimana senyawa aktif berkerja efektif pada absorbansi (serapan) yang maksimum. Hasil OT yang diperoleh berkisar pada 46-47 menit.

Penentuan kurva baku FeSO₄ dilakukan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi standar. Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $Y = 2,6793X + 0,1839$ dan R sebesar 0,9968. Grafik kurva baku FeSO₄ yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva baku FeSO₄

Kapasitas antioksidan dihitung berdasarkan kemampuan daya reduksi antara sampel dengan standar (FeSO₄.7H₂O). Parameter yang diperoleh dinyatakan dalam mM Fe²⁺/g ekstrak. Semakin besar kemampuan daya reduksi senyawa maka, semakin tinggi pula kapasitas antioksidan yang dihasilkan. Hasil penentuan kapasitas antioksidan sampel dapat dilihat pada Tabel III.

Tabel III. Aktivitas antioksidan (mM Fe²⁺/g) *Gelidium amansii* tiap fraksi dengan metode FRAP

Replikasi	Kapasitas Antioksidan (mM Fe ²⁺ /g)			
	Metanol	Fraksi Etil Asetat	Fraksi <i>n</i> -Heksana	Trolox
Replikasi 1	63,0870	467,7107	140,3567	540,5402
Replikasi 2	76,4944	453,8060	120,2596	527,6206
Replikasi 3	71,0590	471,3698	122,7717	549,8709
Replikasi 4	65,6236	487,4700	115,9531	542,6934
Replikasi 5	70,6966	477,2244	114,1587	521,1608
Replikasi 6	67,0730	460,3924	118,1063	534,7981
Rata-rata	69,01	469,66	121,93	536,11
SD	4,7615	11,9865	9,5266	10,4843
CV	0,0690%	0,0255%	0,0781	0,0196%

Kapasitas antioksidan tertinggi didapatkan pada fraksi etil asetat (469,66 mM Fe²⁺/g) yang diikuti dengan fraksi *n*-heksana (121,93 mM Fe²⁺/g) dan ekstrak metanol (69,01 mM Fe²⁺/g) dengan kapasitas antioksidan terendah. Sedangkan pada antioksidan sintetik trolox diperoleh sebesar 536,11 mM Fe²⁺/g lebih besar daripada fraksi etil asetat. Kapasitas antioksidan ekstrak metanol pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Ortiz-Viedma *et al.* (2021) dengan hasil ekstrak metanol *Gelidium chilense* yang diperoleh sebesar 0,47 mM Fe²⁺/g. Sebaliknya, pada penelitian Cavaco *et al.* (2021) dengan ekstrak *Gelidium corneum* sebesar 0,91 mg AAE/g dimana hasil tersebut jauh lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian ini dengan ekstrak *Gelidium amansii* sebesar 0,069 mg/g ekstrak. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan fraksi *n*-heksana pada penelitian ini sebesar 121,9344 mM Fe²⁺/g. Apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Gazali *et al.* (2020) dimana diperoleh ekstrak *n*-heksana *Chaetomorpha antennina* sebesar 200,50 mM Trolox/g maka, nilai kapasitas antioksidan pada penelitian ini lebih kecil. Pada penelitian ini diperoleh kapasitas antioksidan rata-rata fraksi etil asetat sebesar 469,6622 mM Fe²⁺/g, jika dibandingkan dengan penelitian Chan *et al.* (2015) dimana didapatkan hasil fraksi etil asetat *G. changii* sebesar 113,38 mM TE/g maka, kapasitas antioksidan pada penelitian ini memiliki nilai empat kali lebih besar. Perbedaan kapasitas antioksidan dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti, karakteristik sampel yang diekstrak, konsentrasi pelarut, jenis pelarut, dan kondisi alamiah sampel. Rumput laut *Gelidium amansii* memiliki kandungan senyawa yang dapat berfungsi sebagai antioksidan seperti MAAs, polifenol, dan fikobiliprotein yang bersifat polar serta karotenoid yang bersifat non polar. Tingginya kapasitas antioksidan pada jenis pelarut etil asetat diduga karena sifatnya yang semi polar sehingga mampu menyari senyawa bioaktif pada rumput laut *Gelidium amansii* yang bersifat polar maupun non polar.

Analisis statistika dari data kapasitas antioksidan sampel dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS 25.0. Uji normalitas menggunakan *Shapiro-wilk* menghasilkan nilai signifikansi yaitu ekstrak metanol (0,867); fraksi *n*-heksana (0,115); fraksi etil asetat (0,993); trolox (0,947). Berdasarkan hasil tersebut maka, dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal dengan nilai signifikansi (*p value*) > 0,05. Uji homogenitas menggunakan *Levene test* menghasilkan nilai signifikansi *based on mean* sebesar 0,360 > 0,05, sehingga menunjukkan varian data homogen. Selanjutnya, dilakukan uji ANOVA untuk menganalisis apakah terdapat

perbedaan bermakna pada kapasitas antioksidan antar sampel. Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi 0,000 (p value) < 0,05. Berdasarkan hasil ini maka, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan antara ekstrak metanol, fraksi etil asetat, fraksi n -heksana rumput laut merah *Gelidium amansii*, dan trolox (antioksidan sintetik). Kemudian dilanjutkan dengan uji LSD untuk melihat secara detail perbedaan secara signifikan pada kapasitas antioksidan antar sampel. Hasil menunjukkan (p value) < 0,05. Dengan demikian maka, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata pada kapasitas antioksidan antar sampel ekstrak metanol, fraksi n -heksana, fraksi etil asetat, dan trolox (antioksidan sintetik).

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka, dapat disimpulkan sebagai berikut: Kapasitas antioksidan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu ekstrak metanol (69,01 mM Fe²⁺/g); fraksi etil asetat (469,66 mM Fe²⁺/g); fraksi n -heksana (121,93 mM Fe²⁺/g); antioksidan sintetik trolox (536,11 mM Fe²⁺/g).

5. Daftar Pustaka

- Cavaco, M., Duarte, A., Freitas, M. V., Afonso, C., Bernardio, S., Pereira, L., Martins, M., & Mouga, T. (2021). Seasonal Nutritional Profile of *Gelidium corneum* (Rhodophyta, Gelidiaceae) from the Center of Portugal. *Foods*, 10(2394), 1–19.
- Chan, P. T., Matanjun, P., Yasir, S. M., & Tan, T. S. (2015). Antioxidant Activities and Polyphenolics of Various Solvent Extracts of Red Seaweed, *Gracilaria changii*. *Journal of Applied Phycology*, 27(6), 2377–2386. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0493-1>
- Gazali, M., Nurjanah, Zamani, N. P., Zuriat, & Arif Nasution, M. (2020). A Study on a Potential Bioactive Compound in Green Seaweed *Chaetomorpha antennina* Kützinger (1847) Extract as Antioxidant From the Gosong Telaga Coast, Aceh Singkil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 564(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/564/1/012058>
- Hartati, F. K. (2016). Evaluasi Fitokimia, Aktivitas Antioksidan dan Imunomodulator Beras Hitam (*Oryza sativa* L.indica). In *Skripsi* (Issue 000108893).
- Hidayat, T., Nurjanah, Nurilmala, M., & Anwar, E. (2018). Karakterisasi Rumput Laut Tropika dari Kepulauan Seribu Sebagai Sumber Bahan Baku Kosmetik. *CR Journal*, 4(2), 49–62.
- Khikmah, U. L. (2020). *Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Farmakologis Rumput Laut Merah (Gelidium sp)*. 21(1), 1–9.
- Leksono, W. B., Pramesti, R., Santosa, G. W., & Setyati, W. A. (2018). Jenis Pelarut Metanol Dan N-Heksana Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Gelidium* sp. Dari Pantai Drini Gunungkidul – Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(1), 9. <https://doi.org/10.14710/jkt.v21i1.2236>
- Loho, R. E. M., Tiho, M., & Assa, Y. A. (2021). Kandungan dan Aktivitas Antioksidan pada Rumput Laut Merah. *Medical Scope Journal*, 3(1), 113. <https://doi.org/10.35790/msj.v3i1.34986>
- Munadiah. (2017). *Penentuan Kadar Flavonoid dan Kapasitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (Moringa oleifera L.) Dengan Metode DPPH, CUPRAC DAN FRAP*.
- Ortiz-Viedma, J., Aguilera, J. M., Flores, M., Lemus-Mondaca, R., Larrazabal, M. J., Miranda, J. M., & Aubourg, S. P. (2021). Protective effect of red algae (Rhodophyta) extracts on essential dietary components of heat-treated salmon. *Antioxidants*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/antiox10071108>

-
- Rismayanti, N. L. P. M., & Husni, A. (2021). Antioxidant activity of methanolic extract of *Eucheuma spinosum* extracted using a microwave. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 763(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/763/1/012028>
- Sadeer, N. B., Montesano, D., Albrizio, S., Zengin, G., & Mahomoodally, M. F. (2020). The Versatility of Antioxidant Assays in Food Science and Safety—chemistry, Applications, Strengths, and Limitations. *Antioxidants*, 9(8), 1–39. <https://doi.org/10.3390/antiox9080709>
- Sanger, G., Kaseger, B. E., Rarung, L. K., & Damongilala, L. (2018). Potensi Beberapa Jenis Rumput Laut Sebagai Bahan Pangan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 208–217.
- Santos, C. M. M., & Silva, A. M. S. (2020). The antioxidant activity of prenylflavonoids. *Molecules*, 25(3). <https://doi.org/10.3390/molecules25030696>
- Wahyudi. (2021). *Studi Fitokimia dari Fraksinasi Ekstrak Rumput Laut Merah (Eucheuma spinosum)*.
- Yulianti, Asmawati, Yuniarti, & Manguntungi, B. (2018). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Alga Merah dari Pantai Luk, Sumbawa terhadap *Salmonella thypi* dan *Staphylococcus aureus*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.24002/biota.v3i1.1888>