
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN SENYAWA BIOAKTIF EKSTRAK RUMPUT LAUT *HALIMEDA* sp.

Antioxidant Activity and Bioactive Coumpounds Extract Macroalgae Halimeda sp.

Dwi Putri Novajrati Ningsih¹⁾, Jelita Rahma Hidayati^{1*)}, Aditya Hikmat Nugraha¹⁾

¹⁾Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, 29115, Indonesia.

*korespondensi: jelitarahmahidayati@umrah.ac.id

ABSTRACT

Seaweed is known to have one function as an antioxidant needed by the body to inhibit free radicals. However, synthetic antioxidants are carcinogenic in the long term, so natural antioxidants are needed. This study aimed to determine the bioactive compounds and the strength of the antioxidant activity of *Halimeda* sp. seaweed extract from Bintan Waters, Riau Islands. The research was conducted for five months, starting with sampling, carried out by sweeping from the Bakau Bay waters to Pengudang Village. Extraction was carried out for 2x24 hours using methanol solvent. Analysis of antioxidant activity in this study used the DPPH method by testing the maximum wave, incubation time, antioxidant activity, and positive control (BHT). The category of antioxidant activity is determined from the IC_{50} value. Furthermore, an analysis was carried out for the presence of bioactive coumpounds, namely the steroid and triterpenoid test, the saponin test, and the tannin test. The measured of total phenol content and the flavonoid contetent, respectively, used gallic acid and quercetin solutions as standard solutions. The chlorophyll and carotenoids were measured using acetone as a solvent by measuring the absorbance at a wavelength of 663, 645, and 480 nm. The results showed that *Halimeda* sp. extract has an IC_{50} value of 221,62 ppm and is classified as very weak antioxidant. This extract contains bioactive coumpounds, namely steroid coumpounds an tannin. The total phenolic content, total flavonoids content, chlorophyll a, clorophyll b, and carotenoids was 26.745 mg GAE/g samples, 5.553 mg QE/g samples, 3.130 mg/g, 4.169 mg/g, and 5.944 μ mol/g.

Keywords: Antioxidant, Bintan Island, *Halimeda* sp., Seaweed

ABSTRAK

Rumput laut memiliki fungsi salah satunya sebagai antioksidan yang diperlukan oleh tubuh untuk menghambat radikal bebas. Antioksidan terbagi menjadi antioksidan sintetik dan alami. Akan tetapi, dalam jangka waktu yang panjang antioksidan sintetik bersifat karsinogenik sehingga dibutuhkan antioksidan alami. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui senyawa bioaktif dan kekuatan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Halimeda* sp. dari Perairan Bintan, Kepulauan Riau. Penelitian dilakukan selama 5 bulan diawali dengan pengambilan sampel yang dilakukan dengan cara penyisiran dari dari Perairan Teluk Bakau hingga ke Desa Pengudang. Ekstraksi dilakukan selama 2x24 jam menggunakan pelarut methanol. Analisis aktivitas antioksidan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH dengan melakukan pengujian gelombang maksimum, waktu inkubasi, aktivitas antioksidan sampel dan kontrol positif (BHT). Kategori aktivitas antioksidan ditentukan dari nilai *Inhibition concentration* 50 (IC_{50}). Selanjutnya, dilakukan analisis keberadaan senyawa bioaktif yaitu uji steroid & triterpenoid, uji saponin, dan uji tanin. Uji kandungan total fenol dan uji kandungan flavonoid masing-masing menggunakan larutan asam galat dan kuersetin sebagai larutan standar. Uji pigmen dan karotenoid menggunakan pelarut aseton dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 663, 645 dan 480 nm. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak *Halimeda* sp. memiliki nilai IC_{50} 221.62 ppm dan tergolong kategori antioksidan sangat lemah. Ekstrak ini mengandung senyawa bioaktif yaitu senyawa steroid dan tanin. Kandungan total fenolat, kandungan total flavonoid, klorofil a, klorofil b dan karotenoid memiliki nilai 26.745 mg GAE/g sampel, 5.553 mg QE/g sampel, 3.130 mg/g, 4.169 mg/g, 5.944 μ mol/g.

Kata kunci: Antioksidan, *Halimeda* sp., Rumput Laut, Bintan

PENDAHULUAN

Rumput laut suatu komoditas yang penting dalam perikanan yang mempunyai nilai ekonomis dan manfaat yang besar bagi makhluk hidup, diantaranya untuk bahan makanan, bahan baku industri sebagai obat-obatan dan kosmetik (Wardhani et al., 2021). Rumput laut merupakan salah satu potensi maritim yang tersebar di sepanjang perairan pulau-pulau kecil yang memiliki nilai jual ekonomis yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat maupun ekspor (Rusfiana, 2020). Menurut Ode & Wasahua (2014) rumput laut terbagi menjadi 3 kelas besar yang dibedakan berdasarkan kandungan pigmennya yaitu *Rhodophyta* (rumput laut merah), *Phaeophyta* (rumput laut coklat) dan, *Chlorophyta* (rumput laut hijau). Rumput laut diketahui memiliki fungsi salah satunya sebagai antioksidan yang dibutuhkan oleh tubuh, untuk dapat menghambat senyawa radikal bebas di dalam tubuh yang akan menjadi sumber penyakit (Soamole et al., 2018).

Radikal bebas merupakan suatu molekul yang memiliki elektron yang tidak berpasangan, yang dapat mengakibatkan suatu molekul tersebut menyumbang atau menerima elektron dari suatu molekul lainnya, hal tersebut dapat mengakibatkan radikal bebas bersifat tidak stabil dan juga bersifat sangat reaktif (Nosa et al., 2020). Menurut Nurjanah et al., (2021) Radikal bebas bersumber dari paparan luar lingkungan diantaranya sinar UV, asap rokok dan polusi kendaraan. Antioksidan terbagi dalam antioksidan alami dan antioksidan sintesis. Dalam jangka waktu tertentu antioksidan sintesis dapat menjadi racun didalam tubuh sehingga membutuhkan antioksidan alami untuk dikembangkan yang lebih aman salah satunya yang bersumber dari rumput laut (Handito et al., 2022).

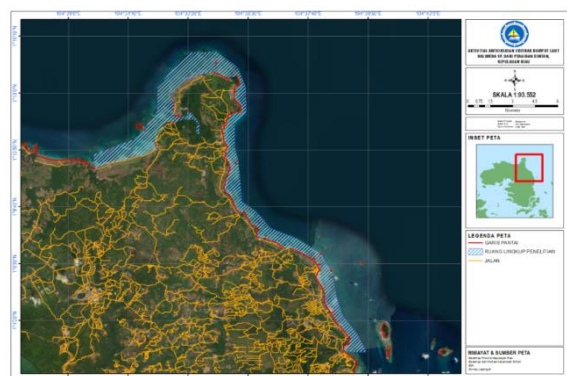
Kekuatan aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode DPPH karena lebih sederhana dan memerlukan sedikit sampel (Julizan et al., 2019). Aktivitas tersebut dapat diketahui dari nilai IC_{50} yaitu persamaan regresi linier antara ragam nilai persentase inhibisi dengan konsentrasi. Rumput laut jenis *Halimeda gracilis* dari Kepulauan Seribu diketahui memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} 290,40 ppm termasuk golongan sangat lemah (Basir et al., 2017).

Perairan Bintan merupakan salah satu wilayah yang menjadi habitat jenis *Halimeda sp.* Hasil penelitian Jamilatun et al. (2020) menunjukkan *Halimeda opuntia* merupakan salah satu jenis rumput laut yang ditemukan pada Perairan Bintan. Bintan merupakan wilayah yang berada pada provinsi Kepulauan Riau yang diapit oleh dua selat yaitu Selat Karimata dan Selat Malaka (Puspitasari et al., 2020) dan memiliki luasan laut sekitar 1.946,13Km² (Munthe dan Sari, 2020). Dengan demikian, eksplorasi sumber daya hayati laut di Perairan Bintan perlu dilakukan sebagai informasi awal untuk pengembangan nilai ekonomisnya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan dari bulan Maret-Juli 2022. Lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan penyisiran dari daerah perairan pesisir Teluk Bakau hingga perairan Desa Pengudang pada saat surut (Gambar. 1) Ekstraksi sampel dilaksanakan di Laboratorium *Marine Natural Product* Universitas Diponegoro, Semarang dan pengujian antioksidan serta senyawa bioaktif dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada saat penelitian rumput laut *Halimeda sp.*, etanol, metanol, DPPH, Asam asetat, Asam sulfat, Kloroform, Asam klorida, Natrium klorida, Gelatin, Aluminium klorida, Kuersetin, Asam galat, Aquadest, Folin-Ciocalteu, Natrium karbonat, BHT.

Alat yang digunakan pada saat penelitian yaitu Spektrofotometer, Rotary evaporator, Timbangan analitik, Erlenmeyer, Gelas ukur, Gunting, Alumunium foil, Botol vial, Mikropipet, Pipet tetes, Tabung reaksi, Refraktometer, pH meter, Termometer, Plastik sampel.

Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dan hasilnya disajikan dalam bentuk deskriptif. Menurut Syarifuddin *et al.*, (2021) metode deskriptif metode yang menguraikan hasil data penelitian dengan cara menjelaskan temuan-temuan penelitian.

Prosedur Kerja

Pengambilan dan Preparasi Sampel

Rumput laut *Halimeda* sp. diambil dari Perairan Bintang dengan penyisiran mulai dari Perairan Teluk Bakau hingga Perairan Desa Pengudang pada saat kondisi perairan surut dan dimasukkan ke dalam plastik sampel. Seluruh sampel *Halimeda* sp. yang telah didapatkan akan dianggap homogen untuk mewakili data dari perairan Bintang Timur, Kepulauan Riau. Selanjutnya, rumput laut yang sudah dikumpulkan, dicuci bersih menggunakan air yang mengalir dan dikeringkan di tempat yang tidak terkena matahari secara langsung atau kering angin selama ± 5 hari. Sampel yang sudah dikeringkan akan dipotong dengan ukuran yang lebih kecil.

Pengukuran Parameter Kualitas Perairan

Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan mencakup nilai dari salinitas, pH, dan suhu secara in situ.

Tabel 1. Parameter Kualitas Perairan.

Parameter	Satuan	Alat	Pengukuran
Suhu	°C	Termometer	In situ
Salinitas	%	Refraktometer	In situ
pH	-	pH meter	In situ

Ekstraksi Sampel

Ekstraksi sampel menggunakan metode maserasi tunggal. Menurut Fauzia (2018) maserasi merupakan suatu teknik untuk mengambil senyawa yang diinginkan dari suatu padatan dengan teknik perendaman terhadap sampel yang akan diekstraksi.

Maserasi tunggal dilakukan dengan menggunakan satu kepolaran pelarut dan dapat menghasilkan nilai rendemen yang tinggi. Maserasi tunggal merupakan salah satu metode dari ekstraksi sederhana yang mampu menghasilkan nilai rendemen yang tinggi (Akerina dan Anggari, 2021). Sampel rumput laut *Halimeda* sp. yang telah dihaluskan selanjutnya direndam dengan pelarut metanol selama 1 x 24 jam pada suhu ruang dan kemudian disaring menggunakan kertas saring *Whatman* no. 41. Hasil residu dari perendaman pertama akan dilakukan maserasi kembali dengan pelarut metanol selama 1 x 24 jam. Selanjutnya, filtrat hasil rendaman dipekatkan dengan rotary evaporator dan dihitung nilai rendemennya (Hidayati *et al.*, 2017).

Analisis Aktivitas Antioksidan

Penentuan Absorbansi Maksimum DPPH

DPPH sebanyak 4 mg selanjutnya dilarutkan dengan 100 ml etanol di dalam erlenmeyer akan menghasilkan larutan DPPH dengan konsentrasi 0,1 mM. larutan DPPH tersebut sebanyak 4 ml dimasukkan kedalam kuvet untuk diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400-800 nm (Hidayati *et al.*, 2020).

Penentuan Waktu Inkubasi

Ekstrak *Halimeda* sp. 1000 ppm ditambahkan dengan larutan DPPH 0,1 mM dimasukkan ke dalam kuvet lalu diamati absorbansinya setiap 5 menit selama 70 menit pada panjang gelombang maksimum DPPH. Larutan diukur dengan absorbansi pada panjang gelombang maksimum yang telah didapatkan dan mencari waktu inkubasi dengan interval 5 menit hingga mendapatkan absorbansi yang stabil (Wulandari *et al.*, 2020). Penentuan waktu inkubasi bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan suatu zat bereaksi secara optimum sehingga menghasilkan suatu serapan yang stabil (Saputri *et al.*, 2019).

Penentuan Aktivitas Antioksidan

Larutan induk ekstrak 1000 ppm diencerkan dengan konsentrasi 50, 100, 150, 200 dan 250 ppm kedalam erlenmeyer. Masing-masing konsentrasi ekstrak dimasukkan ke dalam kuvet sebanyak 3 ml dan ditambahkan 1 ml larutan DPPH 0,1 mM.

Selanjutnya larutan di inkubasi sesuai dengan waktu inkubasi stabil yang sudah didapatkan dan diukur absorbansi dengan menggunakan panjang gelombang maksimum DPPH (Hidayati, 2017).

Pengujian Kontrol Positif

Pengujian kontrol positif pada penelitian ini menggunakan BHT (*Butylated hydroxytoluene*). Pengujian kontrol positif pada sampel rumput laut *Halimeda* sp. memiliki tujuan untuk dapat mengetahui efektifitas antioksidan alami yang dimiliki oleh rumput laut *Halimeda* sp. terhadap antioksidan sintetik (BHT) (Hanapi et al., 2019). Variasi konsentrasi kontrol positif yang digunakan yaitu 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm. Larutan BHT sebanyak 3 ml dimasukkan kedalam botol sampel dan ditambahkan 1 ml larutan DPPH dan diinkubasi dengan waktu inkubasi yang didapatkan selanjutnya diukur absorbansinya dengan menggunakan panjang gelombang maksimum DPPH. Hal yang sama dilakukan setiap variasi konsentrasi dari BHT.

Analisis Fitokimia

Pengujian Steroid dan Triterpenoid

Pengujian steroid dan triterpenoid menggunakan metode *Liebermann-Bouchard* ($CH_3COOH - H_2SO_4$). Penambahan senyawa CH_3COOH dan H_2SO_4 dengan larutan ekstrak 1000 ppm dan diamati perubahan warna yang terjadi. Menurut Novitasari dan Putri (2016) metode *Liebermann-Bouchard* merupakan uji warna dari karakteristik steroid dan triterpenoid. Hasil positif hijau-biru untuk steroid dan merah-ungu untuk triterpenoid (Habibi et al., 2018).

Pengujian Saponin

Pengujian saponin dilakukan dengan larutan ekstrak *Halimeda* sp. 1000 ppm ditambahkan dengan 5ml larutan kloroform lalu dikocok hingga homogen dan didiamkan selama 2 menit lalu ditambahkan 2 tetes HCl 2N. Ekstrak mengandung saponin apabila menghasilkan busa stabil selama 10 menit (Pontoh et al., 2019).

Pengujian Tanin

Pengujian tanin dilakukan dengan mengambil larutan ekstrak *Halimeda* sp. 1000 ppm ditambahkan dengan gelatin 1%

lalu dilakukan penambahan NaCl 10% beberapa tetes. Hasil positif mengandung tanin apabila terbentuk endapan putih (Makatamba et al., 2020).

Analisis Kandungan Senyawa Fenol dan Pigmen

Pengujian Total Kandungan Fenolat

Pengujian total kandungan fenolat menggunakan metode Folin Ciocalteu dengan larutan asam galat sebagai larutan standar. Metode Folin Ciocalteu merupakan suatu metode yang sederhana menggunakan reagen Folin Ciocalteu dikarenakan senyawa fenolat dapat bereaksi dengan reagen Folin Ciocalteu dan membentuk suatu larutan yang dapat diukur absorbansinya. Penggunaan asam galat sebagai larutan standar dikarenakan larutan tersebut merupakan salah satu fenolat alami dan bersifat stabil (Sari dan Ayuhecara, 2017). Pengujian dilakukan dengan asam galat dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25 ppm sebanyak 2 ml lalu ditambahkan dengan 5 ml aquadest dan 0,5 ml reagen Folin-Ciocalteu 5% dan ditambahkan 1 ml larutan Na_2CO_3 5% lalu diinkubasi selama 1 jam. Diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 725 nm menggunakan spektrofotometer (Lakoro et al., 2020). Kurva standar asam galat diperoleh dari memasukan nilai absorbansi yang didapatkan pada sumbu x dan konsentrasi pada sumbu y selanjutnya menghasilkan persamaan regresi untuk menghitung nilai kandungan senyawa fenolat. Langkah yang sama dilakukan pada larutan ekstrak *Halimeda* sp. pada konsentrasi 1000 ppm.

Pengujian Total Kandungan Flavonoid

Pengujian total kandungan flavonoid menggunakan senyawa larutan kuersetin sebagai larutan standar. Penggunaan senyawa kuersetin sebagai larutan standar dikarenakan kuersetin merupakan flavonoid dari golongan flavonol yang memiliki gugus keton pada atom C-4 dan juga gugus hidroksil pada atom C-3 dan C-5. Pengujian dilakukan dengan larutan kuersetin konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25 ppm dengan 1 ml $AlCl_3$ 10% dan 8 ml asam asetat 5% didiamkan selama 16 menit, lalu dilakukan pembacaan absorbansi pada panjang gelombang 415 nm (Bakti et al., 2017). Kurva standar larutan kuersetin diperoleh dari memasukan nilai absorbansi

pada sumbu y dan nilai konsentrasi pada sumbu x sehingga menghasilkan nilai regresi yang selanjutnya digunakan untuk menghitung kandungan senyawa flavonoid. Dilakukan langkah yang sama terhadap larutan ekstrak *Halimeda* sp. pada konsentrasi 1000 ppm.

Pengujian Klorofil dan Karotenoid

Pengujian karotenoid dan klorofil dilakukan dengan larutan ekstrak *Halimeda* sp. 1000 ppm menggunakan aseton dan diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 645nm, 663nm, dan 480 nm (Hidayati et al., 2017).

Analisis Data

Pengukuran Nilai Rendemen

Pengukuran nilai rendemen menggunakan persamaan : (Sedjati et al., 2018).

Rendemen Ekstrak

$$(\%) = \frac{\text{Berat ekstrak (g)}}{\text{Berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Nilai Kekuatan Antioksidan

Pengukuran nilai kekuatan antioksidan menggunakan persamaan :

$$\text{Persentase Inhibisi} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$$

Ket : A = absorbansi larutan DPPH

B = absorbansi larutan DPPH + Ekstrak

Inhibition Concentration (IC_{50})

diperoleh dari persamaan regresi linier dengan bentuk $y = bx + a$ dengan menggunakan bantuan dari *Microsoft Excel* (Sedjati et al., 2018).

Di mana :

$$y = 50$$

x = konsentrasi IC_{50}

Kandungan Total Fenolat dan Total Flavonoid

Perhitungan total nilai fenol dinyatakan dalam mg *Galic Acid Equivalent* (GAE)/1000mg dan total flavonoid dinyatakan dalam mg *Quercetin Equivalent* (QE)/1000mg dengan persamaan regresi dan menggunakan persamaan rumus : (Sedjati et al., 2018). :

$$\text{Total Fenol} = \frac{a \times V \times fp}{G}$$

Ket : a = konsentrasi asam galat atau konsentrasi kuersetin (mg/L)

V = Volume larutan uji (ml)

Fp = Faktor pengenceran (ml)

G = Berat ekstrak yang digunakan (g)

Kandungan Klorofil a, b dan Karotenoid

Perhitungan klorofil a menggunakan persamaan (Sedjati et al., 2018). :

$$\text{Klorofil a (mg/g)} = (12,21 \times A_{663}) - (2,81 \times A_{645})$$

Perhitungan klorofil b menggunakan persamaan (Ridlo et al., 2017). :

$$\text{Klorofil b (mg/g)} = (22,9 \times A_{645}) - (4,68 \times A_{663})$$

Perhitungan nilai karotenoid menggunakan persamaan (Ridlo et al., 2017). :

$$\text{Karotenoid (}\mu\text{mol/g)} = \frac{(A_{480} + (0,114 \times A_{663}) - (0,638 \times A_{645})) \times V \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10}$$

Ket :

A_{663} = nilai absorbansi panjang gelombang 663 nm.

A_{645} = nilai absorbansi panjang gelombang 645 nm.

A_{480} = nilai absorbansi panjang gelombang 480 nm.

V = total volume dari ekstrak pigmen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lokasi Pengambilan Sampel dan Kualitas Perairan

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Perairan Teluk Bakau dan Desa Pengudang, Bintan. Lokasi pengambilan merupakan lokasi yang jauh dari permukiman masyarakat setempat. Sampel yang ditemukan banyak melekat pada batuan karang dan pecahan-pecahan karang pada lokasi penelitian. Pengambilan sampel dilakukan pada saat kondisi perairan surut dan cuaca cerah berawan. Hasil parameter kualitas perairan suhu, salinitas, dan pH didalam batas baku mutu air laut nilai tersebut masih tergolong baik, dikarenakan lokasi pengambilan sampel yang jauh dari permukiman masyarakat sehingga tingkat kerusakan dan polutan sangat rendah. Senyawa bioaktif dihasilkan dari sisa metabolisme primer dan erat kaitannya dengan lingkungan. Faktor yang dapat mempengaruhi komposisi senyawa bioaktif yang terdapat didalam tumbuhan adanya pengaruh dari lingkungan tempat hidupnya (Waode et al., 2020).

Tabel 2. Hasil Parameter Kualitas Perairan

Parameter Kualitas Perairan	Baku Mutu Air Laut	Nilai
Suhu (°C)	28-30	30
Salinitas (%)	33-34	29
pH	7-8,5	8

Sumber: Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021.

Karakteristik Morfologi *Halimeda* sp.

Habitat *Halimeda* sp. menempel pada batuan karang dan pecahan-pecahan karang kecil serta hidup berkoloni. Memiliki warna hijau dan bentuk dari *Halimeda* sp. beruas-ruas. Pada bagian *holdfast* yang menempel pada karang lebih lembut daripada bagian lainnya pada *Halimeda* sp. Sampel segar *Halimeda* sp. dari Perairan Bintang, Kepulauan Riau dikeringkan dengan cara berangin atau tidak terkena cahaya matahari secara langsung. Pengeringan angin dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan pada senyawa bioaktif yang terdapat pada sampel (Harborne, 1998; Mayasri, 2021). Menurut Paryono et al., (2021) Pengeringan menggunakan oven memiliki keunggulan dalam menghasilkan berat kering yang konstan namun, hasil dari kualitas produk dapat menurun. Pengeringan dilakukan selama 5 hari dengan kering angin agar sampel dapat bertahan lama sebelum melakukan proses di laboratorium. Menurut Sasadara et al., (2023) proses pengeringan sampel memiliki tujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan senyawa metabolit sekunder dan enzim yang terdapat pada sampel. Bentuk karakteristik *Halimeda* sp. disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2. Sampel *Halimeda* sp.

Ekstrak *Halimeda* sp.

Ekstrak *Halimeda* sp. memiliki



karakteristik berwarna hijau tua dan berbentuk pasta (Tabel 3). Menurut

Shoviyyah (2019) warna hijau mengindikasikan terdapatnya klorofil sebagai pigmen utama yang berada pada membran tilakoid. Ekstrak *Halimeda* sp. memiliki nilai rendemen sebesar 6,830% dari 50 gram sampel kering. Nilai rendemen yang didapat memiliki nilai rendemen yang rendah apabila dibandingkan dengan hasil penelitian dari Hudaifah et al., (2020) yaitu sebesar 12,43% dengan genus sampel yang sama dan menggunakan pelarut etanol namun dengan sifat kepolaran yang sama (polar). Nilai rendemen dapat dipengaruhi oleh penggunaan pelarut dan rumput laut yang digunakan.

Tabel 3. Hasil Ekstraksi *Halimeda* sp.

Pelut	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Rendemen ekstrak (%)	Bentuk	Warna
Metanol	50	3,415	6,830	Pasta	Hijau tua

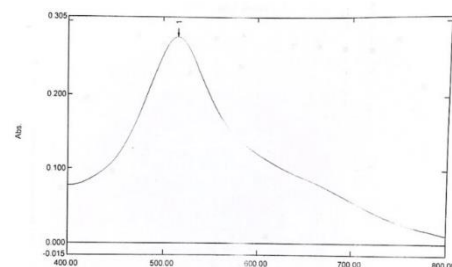
Analisis Aktivitas Antioksidan Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Absorbansi maksimum DPPH didapatkan pada λ 515,5 nm yang berada pada puncak tertinggi dan menghasilkan hanya satu *peak* yang menandakan bahwa pada larutan tersebut hanya terdapat DPPH. Menurut Mulangsri (2017) panjang gelombang maksimum ditentukan dari puncak tertinggi kurva dikarenakan puncak tersebut memiliki sensitivitas yang tinggi. Senyawa DPPH memiliki warna violet sehingga kisaran panjang gelombang berada pada 515-520 nm (Molyneux, 2004). Spektrum panjang gelombang maksimum DPPH disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3. Spektrum Panjang Gelombang Maksimum DPPH

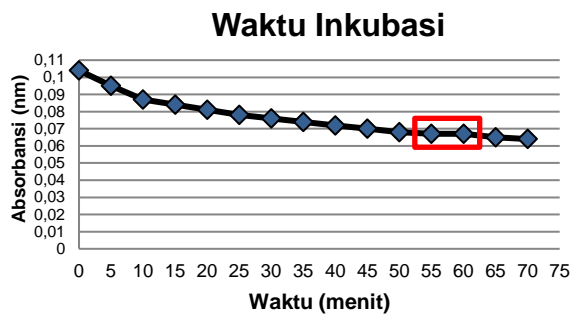
Waktu Inkubasi

Penentuan waktu inkubasi dilakukan dengan mencari nilai absorbansi dalam



rentang waktu yang didapatkan hingga nilai absorbansi yang dihasilkan telah stabil.

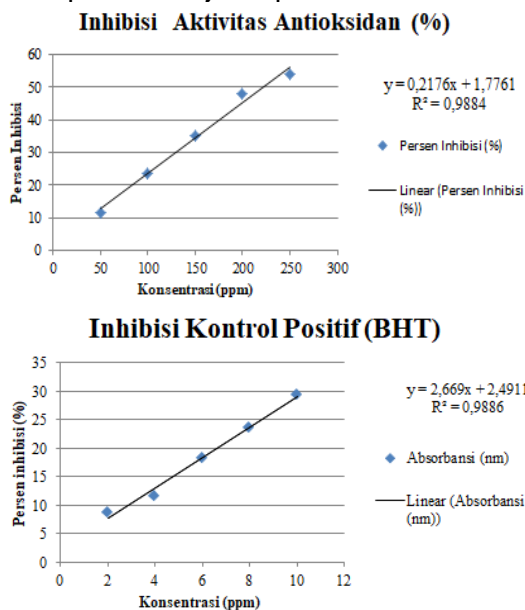
Menurut Haryani *et al.*, (2022) penentuan waktu inkubasi untuk mengetahui waktu optimal dalam suatu zat bereaksi agar nilai serapan lebih stabil. Nilai absorbansi yang telah stabil terdapat pada menit ke-55 hingga 60, namun pada menit ke 65 nilai absorbansi mengalami penurunan kembali. Sehingga waktu inkubasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 55 menit. Grafik waktu inkubasi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Waktu Inkubasi.

Kontrol Positif dan Aktivitas Antioksidan

Nilai konsentrasi hambat 50 (IC₅₀) dilakukan untuk penentuan aktivitas antioksidan dengan menghitung nilai absorbansi dari ragam konsentrasi dan dilakukan juga pengecekan nilai absorbansi dari kontrol positif menggunakan antioksidan sintetik (BHT). Berikut grafik dari nilai inhibisi aktivitas antioksidan dan kontrol positif. Grafik regresi linear dari kekuatan antioksidan dan kontrol positif disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Regresi Linear Kekuatan Antioksidan dan Grafik Regresi Linear Kontrol Positif

Kurva regresi linear dari aktivitas antioksidan dan kontrol positif menunjukkan bahwa nilai konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan persentase inhibisinya. Apabila konsentrasi semakin tinggi maka nilai dari persentase inhibisi juga semakin tinggi. Berikut tabel absorbansi, persentase inhibisi dan, nilai IC₅₀ dari uji aktivitas antioksidan (Tabel 4) dan kontrol positif (Tabel 5).

Tabel 4. Absorbansi, Persentase Inhibisi dan IC₅₀ Aktivitas Antioksidan.

Aktivitas Antioksidan			
konsentrasi (ppm)	Abs. ekstrak (ppm)	Abs. DPPH (ppm)	Persentase inhibisi (%)
50	0,687		11,540
100	0,593		23,681
150	0,504	0,777	35,135
200	0,405		47,876
250	0,359		53,840

regresi $y=0,2176x + 1,7761$
 IC₅₀ 221,62 ppm
 Kategori sangat lemah

Tabel 5. Absorbansi, Persentase Inhibisi dan IC₅₀ Kontrol Positif.

Uji Aktivitas Antioksidan BHT			
Konsentrasi (ppm)	Abs. ekstrak (ppm)	Abs. DPPH (ppm)	Persentase inhibisi (%)
2	0,256		8,897
4	0,248		11,744
6	0,229	0,281	18,505
8	0,214		23,843
10	0,198		29,537

Regresi $y=2,669x + 2,4911$
 IC₅₀ 17,80 ppm
 Kategori sangat kuat

Nilai yang didapat untuk aktivitas antioksidan yaitu 221,62 ppm dan tergolong kategori sangat lemah sedangkan untuk kontrol positif yaitu 17,80 ppm dan tergolong kategori sangat kuat. Penentuan kekuatan peredaman antioksidan dilakukan dengan perhitungan penurunan nilai dari absorbansi DPPH terhadap konsentrasi larutan ekstrak *Halimeda* sp. Menurut Hidayati *et al.*, (2022) semakin meningkatnya konsentrasi dari ekstrak maka terjadi peningkatan nilai hambatan dan kemampuan antioksidan dari ekstrak tersebut. Semakin tinggi nilai IC₅₀ maka semakin kecil kekuatan aktivitas antioksidannya, sedangkan apabila nilai IC₅₀ rendah maka semakin besar kekuatan

aktivitas antioksidannya (Andriani dan Murtisiwi, 2020).

Nilai (IC_{50}) dari ekstrak *Halimeda* sp. sebesar 221,62 ppm, sehingga pada konsentrasi tersebut sampel yang digunakan dapat menghambat atau menangkal 50% reaktivitas dari radikal bebas. Berdasarkan kategori nilai IC_{50} *Halimeda* sp. tergolong sangat lemah. Secara visual perubahan warna larutan radikal bebas (DPPH) menjadi warna kuning merupakan tanda bahwa larutan DPPH tersebut mengalami reduksi. Menurut Handayani et al., (2020) proses aktivitas antioksidan dapat ditandai dengan perubahan warna dari ungu atau violet hingga menjadi pudar atau berwarna kuning. Membandingkan dengan hasil penelitian Gazali et al., (2019) *Halimeda opuntia* dengan metode pengeringan yang sama namun ekstrak menggunakan pelarut etil asetat (semi polar) memiliki nilai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi sebesar 75,51 ppm dan termasuk ke dalam kategori kuat. Nilai IC_{50} *Halimeda* penelitian Haryani et al., (2022) menggunakan sampel kering dan pelarut etanol (polar) dari Pantai Cikadal sebesar 146,35 ppm termasuk kategori sedang dan memiliki senyawa bioaktif positif alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan terpenoid. Sedangkan penelitian dari Muzaki et al., (2018), *Halimeda maculosa* dari Perairan Teluk Awur, Jepara, Jawa Tengah dengan menggunakan sampel segar dan pelarut ekstraksi metanol (polar) memiliki nilai IC_{50} sebesar 38,57 ppm tergolong sangat kuat. Nilai aktivitas antioksidan yang dihasilkan berbeda-beda dapat dikarenakan perbedaan lokasi pengambilan sampel, penanganan sampel setelah pengambilan (Marraskuranto et al., 2021) dan jenis pelarut yang digunakan saat proses ekstraksi sampel (Purwaningsih dan Deskawati, 2020).

Analisis fitokimia

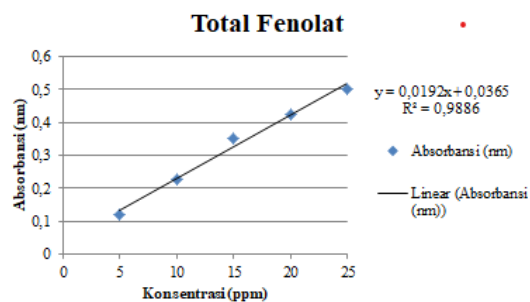
Pengujian fitokimia dilakukan pada beberapa uji yaitu uji steroid & triterpenoid, uji saponin dan, uji tanin. Kemampuan antioksidan *Halimeda* sp. diduga dipengaruhi oleh keberadaan senyawa bioaktif yang terekstrak selama proses ekstraksi. *Halimeda* sp. memiliki senyawa bioaktif steroid dan tanin. Senyawa steroid merupakan senyawa non polar akan tetapi senyawa steroid dapat larut pada pelarut polar. Menurut Agusman et al., (2022), senyawa steroid dapat larut

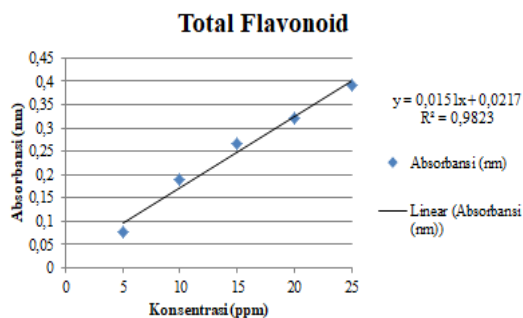
dengan menggunakan pelarut polar karena memiliki senyawa glikosida yang merupakan terdiri dari gula dan aglikon. Senyawa steroid dapat dijadikan sebagai antibakteri dan antioksidan dengan cara memutuskan reaksi berantai. Menurut Kartika et al., (2020), senyawa steroid melakukan pemutusan reaksi berantai lalu mengubahnya menjadi elektron yang tidak reaktif dan bersifat stabil. Senyawa tanin menjadi antioksidan dengan cara mentransfer elektron yang dimiliki. Senyawa tanin memiliki peran dalam menjadi antibakteri hingga antioksidan (Fathurrahman dan Musfiroh, 2018). Menurut Febrianto et al., (2018), kandungan senyawa metabolit yang dimiliki rumput laut berbeda-beda antara setiap jenisnya. Faktor lain yang mempengaruhi uji fitokimia yaitu pelarut yang digunakan, dikarenakan peran pelarut yang menarik senyawa pada sampel (Haryani et al., 2022).

Tabel 6. Hasil Uji Fitokimia.

Pengujian	Metode	Hasil	Keterangan
Steroid	Liebermann-Bouchard	+	Menghasilkan perubahan warna hijau-biru Tidak
Triterpenoid	Liebermann-Bouchard	-	menghasilkan perubahan warna merah-ungu Tidak
Saponin	Tes busa	-	menghasilkan busa stabil Terjadi
Tanin	Tes gelatin	+	pengendapan

Kandungan Senyawa Fenol dan Flavonoid





Gambar 5. Grafik Standar Asam Galat dan Grafik Standar Kuersetin

Kurva standar dari larutan asam galat dan larutan kuersetin memiliki persamaan nilai regresi dengan nilai $r = 0,9886$ untuk larutan asam galat dan $r = 0,9823$ untuk larutan kuersetin. Apabila nilai r mendekati angka 1 maka menunjukkan adanya kaitan antara konsentrasi pelarut dengan nilai absorbansi asam galat dan kuersetin. Selanjutnya, persamaan dari regresi linear tersebut digunakan untuk menghitung kandungan total senyawa fenolat dan kandungan total senyawa flavonoid. Berikut tabel nilai absorbansi uji total fenolat (Tabel. 7) dan uji total flavonoid (Tabel. 8).

Tabel 7. Total Kandungan Senyawa Fenolat

Total Fenolik			
konsent rasi (ppm)	Abs. standar (ppm)	Konse ntrasi (ppm)	Abs. ekstrak (ppm)
2	0,121		
4	0,225		
6	0,351	1000	0,550
8	0,422		
10	0,502		
Regresi $y=0,0192x + 0,0365$			
Total fenolik 26,745 mg GAE/g sampel			

Tabel 8. Total Kandungan Senyawa Flavonoid.

Total Flavonoid			
konsent rasi (ppm)	Abs. standar (ppm)	Konse ntrasi (ppm)	Abs. ekstrak (ppm)
2	0,078		
4	0,189		
6	0,266	1000	0,105
8	0,320		
10	0,391		
Regresi $y=0,0151x + 0,0217$			
Total flavonoids 5,553 mg QE/g sampel.			

Ekstrak *Halimeda* sp. memiliki total kandungan senyawa fenolat sebesar 26,745 mg GAE/ g sampel dan total kandungan flavonoid sebesar 5,553 mg QE/g sampel. Senyawa fenolik merupakan senyawa yang memiliki peran dalam antioksidan dengan adanya gugus hidroksil sehingga dapat mendonorkan satu atom hidrogen melalui transfer elektron dan dapat menghambat proses terjadinya oksidasi (Werdaningsih dan Zahro, 2020). Dibandingkan dengan hasil penelitian Haryani *et al.*, (2022), ekstrak rumput laut *Halimeda* sp. dari Pantai Cikadal dengan menggunakan pelarut ekstraksi etanol memiliki nilai total kandungan senyawa fenolat sebesar 86,40 mg GAE/g sampel. Penelitian lainnya dari Nugraha *et al.*, (2022), *Halimeda* sp. dari Perairan Kepulauan Seribu menggunakan pelarut etanol memiliki kadar total fenol sebesar 273,88 mg GAE/g sampel. Perbedaan lokasi pengambilan sampel juga menjadi pengaruh perbedaan senyawa yang dimiliki dari setiap spesies namun selain lokasi terdapat pengaruh dari pelarut yang digunakan. Semakin tinggi suatu kepolaran pelarut yang digunakan maka akan semakin banyak senyawa bioaktif yang dihasilkan (Bhernama, 2020). Tinggi senyawa fenolik yang dimiliki oleh suatu sampel maka akan semakin tinggi aktivitas antioksidan yang dimiliki sampel tersebut. Senyawa flavonoid merupakan senyawa turunan dari fenol yang mampu menjadi antioksidan. Antioksidan alami salah satunya yaitu senyawa flavonoid dengan cara menghambat suatu oksidasi (Purwaningsih dan Deskawati, 2020).

Kandungan Pigmen Klorofil dan Karotenoid

Kandungan klorofil a, klorofil b dan karotenoid ekstrak *Halimeda* sp. ditentukan dengan mengukur absorbansi ekstrak 1000 ppm pada panjang gelombang 480 nm, 663 nm dan 645 nm.

Tabel 9. Kandungan Klorofil a, Klorofil b, dan Karotenoid.

Pelarut	Abs. (nm)			Parameter yang diukur	hasil
	663	645	480		
aseton				klorofil a	3,130
		0,313		(mg/g)	
		0,246		klorofil b	
		0,255		(mg/g)	4,169

karotenoid(µmol/g)	5,944
------------------------	-------

Senyawa lainnya yang membantu ekstrak *Halimeda* sp. dalam meredam radikal bebas yaitu klorofil a, klorofil b, dan karotenoid. Menurut Sedjati et al., (2018) Senyawa-senyawa lain yang dapat mempengaruhi tinggi dan rendahnya suatu aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh keberadaan senyawa lainnya yaitu klorofil, karotenoid dan flavonoid. *Halimeda* sp. memiliki nilai klorofil b yang lebih tinggi dibandingkan dengan klorofil a. Menurut Febrianto et al., (2019), penggunaan metanol (polar) diduga akan melarutkan lebih banyak klorofil b dari pada klorofil a. Kandungan klorofil dapat dipengaruhi oleh kadar pigmen lain yang lebih dominan dan juga dapat dipengaruhi oleh luas *thallus* terhadap penangkapan cahaya yang masuk ke dalam tumbuhan untuk melakukan proses fotosintesis (Maslahah et al., 2021). *Halimeda* sp. memiliki karotenoid sebesar 5,944 µmol/g. Jumlah karotenoid yang berbeda pada setiap sampel dapat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima (Febrianto et al., 2019).

KESIMPULAN

Ekstrak *Halimeda* sp. memiliki nilai IC₅₀ 221,62 ppm dan tergolong kategori antioksidan sangat lemah. Ekstrak ini mengandung senyawa bioaktif yaitu senyawa steroid dan tanin. Kandungan total fenolat, kandungan total flavonoid, klorofil a, klorofil b dan karotenoid memiliki nilai 26,745 mg GAE/g sampel, 5,553 mg QE/g sampel, 3,130 mg/g, 4,169 mg/g, 5,944 µmol/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agusman, I., Diharmi, A., Sari, N. I. 2022. Identifikasi Senyawa Bioaktif pada Fraksi Ekstrak Rumpun Laut Merah

(*Eucheuma cottonii*). *Aquatic Science Journal*. 9(2): 60-64.

Andriani, D. & Murtisiwi, L. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) dari Daerah Sleman dengan Metode DPPH. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 17(1): 2685-5062.

Bakti, A. A., Triyasmono, L., Rizki, M. I. 2017. Penentuan Kadar Flavonid Total dan Uji Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kasturi (*Magnifera casturi*. Kosterm) dengan Metode DPPH. *Jurnal Pharmascience*. 4(1): 102-108.

Basir, A., Tarman, K., Desniar. 2017. Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Alga Hijau *Halimeda gracilis* dari Kabupaten Kepulauan Seribu. *JPHPI*. 20(2): 211-218.

Bhernama, B. G. 2020. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Rumpun Laut *Gracilaria* sp. Asal Desa Neusu Kabupaten Aceh Besar. *AMINA*. 2(1): 1-5.

Fathurrahman, N. R & Musfiroh, I. 2018. Artikel Tinjauan: Teknik Analisis Instrumentasi Senyawa Tanin. *Farmaka*. 16(2): 449-456.

Febrianto, W., Djunaedi, A., Suryono, S., Santosa, G. W., Sunaryo, S. 2019. Potensi Antioksidan Rumpun Laut *Gracilaria verrucosa* dari Pantai Gunung Kidul Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*. 22(1): 81-86.

Gazali, M., Nurjanah., Zamani, N. P. 2019. Skreening Alga Hijau *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Sebagai Antioksidan dari Pesisir Aceh Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 24(3): 267-272.

Habibi, A. I., Firmansyah, R. A., Setyawati, S. M. 2018. Skrining Fitokimia Ekstrak n-Heksana Korteks Batang Salam (*Syzygium polyanthum*). *Indonesia Journal of Chemical Science*. 7(1): 1-4.

Hanapi, A. A., Fasya, A. G., Syakuro, A. 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak n-

- Heksana, Etil Asetat, Metanol Daun dan Akar Bakau Merah (*Rhizophora stylosa*) dengan Metode DPPH. *Alchemy: Journal Of Chemistry*. 7(1): 20-24.
- Handito, D., Basuki, E., Saloko, S., Dwikasari, L. G., Triani, E. 2022. Analisis Komposisi Bungan Telang (*Clitoria ternatea*) Sebagai Antioksidan Alami pada Produk Pangan. *Prosiding SAINTEK LPPM Universitas Mataram*.
- Haryani, T. S., Hasanah, U., Komala, O., Lestari, I., Agurtina, D. 2022. Potensi Ekstrak Codium, Halimeda, Dictyota, Chondrus, Glacillaria Sebagai Sumber Pigmen dan Antioksidan Alami. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*. 22(1): 9-17.
- Hidayati, J. R., Karlina, I., Wijaya, A., Ningsih, D. P. N., Bahry, M. S. 2022. Bioactive Coumpounds and Antioxidant Activity of Tropical Red Algae *Gracilaria sp.* from Bintan Island. *Maritime Continent Fulcrum International Conference*.
- Hidayati, J. R., Ridlo, A., Pramesti, R. 2017. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Padina sp.* dari Perairan Badengan Jepara dengan Metode Transfer Elektron. *Buletin Oseanografi Marina*. 6(1): 46-52.
- Hidayati, J. R., Yudiati, E., Pringgenies, D., Oktaviyanti, D. T., Kusuma, A. P. 2020. Comparative Study on Antioxidant Activites Total Phenolic Coumpound and Pigment Contents of Tropical *Spirulina platensis* *Gracilaria arcuata* and *Ulva lactuca* Extracted in Different Solvent Polarity. *E3S Web of Conferences ISMFR*.
- Hudaifah, I., Mutamimah, D., Utami, A. U., 2020. Komponen Bioaktif dari *Euchema cottonni*, *Ulva lactucata*, *Halimeda opuntia*, dan *Padina australis*. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 2(2): 63-70.
- Jamilatun, A., Lestari, F., Susiana, S. 2020. Pola Sebaran Jenis Makroalga di Zona Intertidal Perairan Malang Rapat Kecamatan Gunung Kijang Kabupaten Bintan Kepulauan Riau Indonesia. *Jurnal Akuakultur Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. 4(2): 65-71.
- Julizan, N., Maemunah, S., Dwiyanti, D., Anshori, J. A. 2019. Validasi Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH. *Kandaga*. 1(1): 41-46.
- Lakoro, J. E., Runtuwene, M. R. J., Yamlean, P. V. Y. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan dan Penentuan Total Kandungan Fenolik Ekstrak Etanol Daun Nanamuha (*Bridelia monoica* Merr). *Pharmacon*. 9(2): 17-183.
- Makatamba, V., Fatimawali., Rudengan, G. 2020. Analisis Senyawa Tannin dan Aktivitas Antibakteri Fraksi Buah Sirih (*Piper betle* L) Terhadap *Streptococcus mutans*. *Jurnal MIPA*. 9(2): 75-80.
- Maslahah, N. H. M., Muskananfolo, M. R., Purnomo, P. W. 2021. Analisis Kandungan Klorofil Makroalga Hijau Dominan di Perairan Teluk Awur Jepara. *Journal Of Fisheries and Marine Research*. 5(3): 617-627.
- Marraskuranto, E., Nursid, M., Utami, S., Setyaningsih, I., Tarman, K. 2021. Kandungan Fitokimia Potensi Antibakteri dan Antioksidan Hasil Ekstraksi *Caulerpa racemosa* dengan Pelarut Berbeda. *JPB Kelautan dan Perikanan*. 16(1): 1-10.
- Mayasri, A. 2021. Potensi Beberapa Jenis Rumput Laut di Aceh (Studi Kasus: Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan). *Lantanida Journal*. 9(1): 1-92.
- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrilhydrazyl (DPPH) for estimating Antioxidant Activity. *Journal Science Technology*. 26(2): 212-219.
- Mulangsri, D. A. K., Budiarti, A., Saputri, E. N. 2017. Aktivitas Antioksidan Fraksi

- Dietileter Buah Mangga Arumanis (*Magifera indica* L.) dengan Metode DPPH. *Jurnal Pharmascience*. 4(1): 85-93.
- Munthe, I. L. & Sari, R. Y. 2020. Perbandingan Analisa Neraca Keuangan Sarana Perairan Nelayan di Kabupaten Bintan dan Kabupaten Lingga. *Jurnal Ilmiah Akutansi dan Finansial Indonesia*. 4(1): 83-90.
- Muzaki, A. F., Setyati, W. A., Pramesti, R. 2018. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Halimeda macroloba* dari Pantai Teluk Awur Jepara Jawa Tengah. *Jurnal Enggano*. 3(2): 144-155.
- Nosa, S. P., Karnila, R., Diharmi, A. 2020. Potensi Kappa Karaginan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Antioksidan dan Inhibitor Enzim α -Glukosidase. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. 48(2): 1-10.
- Novitasari, A. E & Putri, D. Z. 2016. Isolasi dan Identifikasi Saponin pada Ekstrak Daun Mahkota Dewa dengan Ekstraksi Maserasi. *Jurnal Sains*. 6(12): 10-14.
- Nugraha, S., Humairani., Huriyah, S. B., Kurniawati, E. 2022. Karakteristik Kandungan Kimia dan Komponen Bioaktif Rumput Laut Hijau *Halimeda* sp. Dari Kepulauan Seribu. *Jurnal Fishtech*. 11(2): 89-98.
- Nurjanah., Ramli, R. L., Jacob, A. M., & Seulale, A. V. 2021. Karakteristik Fisikokimia dan Antioksidan Krim Lulur Kombinasi Bubur Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*) dan Cokelat (*Sargassum* sp.). *Jurnal Standardisasi*. 23(3): 227-240.
- Ode, I & Wasahua, J. 2014. Jenis-Jenis Alga Coklat Potensial di Perairan Pantai Desa Hutumuri Pulau ambon. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. 7(2): 39-45.
- Paryono, M., Dewi, E. N., Fahmi, A. S. 2021. Aktivitas Antioksidan Ekstraksi Lamun *Thalssodendron ciliatum* yang Dikeringkan dengan Metode Pengeringan Berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*. 3(1): 10-15.
- Pontoh, F. W., Sanger, G., Kaseger, B. E., Wonggo, D., Montolalu, R. I., Damangilala, L. J., Makapedua, D. 2019. Kandungan Fitokimia Kadar Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Halymenia durvillae*. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 7(3): 62-67.
- Purwaningsih, S & Deskawati, E. 2020. Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Gracilaria* sp. Asal Banten. *JPHPI*. 23(3): 503-512.
- Puspitasari, T. A., Fuad, M. A. Z., Parwati, E. 2020. Prediksi Pola Persebaran Tumpahan Minyak Menggunakan Data Citra Satelit Sentinel-1 di Perairan Binta Kepulauan Riau. *Jurnal Penginderaan Jauh*. 17(2): 89-102.
- Ridlo, A., Pramesti, R., Koesoemadji., Supriyanti, E., Soenardjo, N. 2017. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata*. *Buletin Oseanografi Marina*. 6(2): 100-116.
- Rusfiana, Y. 2020. Upaya Peningkatan Kapasitas Pemerintah Daerah dalam Pemberdayaan Potensi Maritim (Suatu Studi di Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau). *Jurnal Pendidikan dan Sosial*. 9(1): 1-9.
- Sasadara, M. M. V., Nayaka, N. M. D. M. W., Yuda, P. E. S. K., Cahyaningsih, E., Dwei, N. L. K. A. A. 2023. Pengaruh Pemilihan Pelarut Dalam Ekstraksi Klorofil pada Rumput Laut *Gracilaria* sp. dan *Caulerpa* sp. Segar dan Kering. *Jurnal Ilmiah Medicamento*. 9(1): 22-28.
- Saputri, T. H., Triastinurmiatiningsih, Lohita, B. S., Sayyidah, I. N. 2019. Kadar Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Rumput Laut Coklat (*Padina australis*). *Fitofarmaka*. 9(1): 1-8.

- Sedjati, S., Supriyantini, E., Ridlo, A., Soenardjo, N., Santi, V. Y. 2018. Kandungan Pigmen Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan *Sargassum sp.* *Jurnal Kelautan Tropis.* 21(2): 137-144.
- Soamole, H. H., Sanger, G., Harikedua, S. D. 2018. Kandungan Fitokimia Ekstrak Etanol Rumput Laut Segar (*Turbinaria sp.*, *Gracilaria sp.*, dan *Halimeda macroloba*). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan.* 6(3): 94-98.
- Wardhani, W., Hamrun., Putra, M. A. P. 2021. Strategi Pemerintah Daerah Dalam Pembangunan Sumber Daya Genetik Rumput Laut di Kabupaten Bantaeng. *Journal of Government Studies.* 1(1): 46-64.
- Wulandari, L., Nugraha, A. S., Azhari, N. P. 2020. Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Antidiabetes Ekstrak Daun Kepundung (*Baccaurea racemosa Muell. Arg*) Secara In Vitro. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis.* 7(1): 60-66.