

## ANALISIS METABOLIT SEKUNDER DAN KANDUNGAN NUTRISI DARI MAKROALGA HIJAU (*Chlorophyceae*) DI PERAIRAN TELUK KUPANG

Winda Nome<sup>1</sup>, Yuliana Salosso<sup>2</sup> dan Crisca B. Eoh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Kupang

<sup>2,3</sup>Dosen Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Kupang.

Jl. Adisucipto, Penfui 85001, KotakPos 1212, Tlp (0380)881589

Email : Windha [Nome@yahoo.co.id](mailto:Nome@yahoo.co.id)

**Abstrak** - Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Jenis-jenis makroalga hijau yang ditemukan diperairan Teluk Kupang serta kandungan metabolit sekunder dan komposisi nutrisinya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis makroalga hijau yang dijadikan sebagai objek penelitian, kemudian melakukan Analisis kandungan nutrisi serta kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada jenis-jenis makroalga hijau yang dilakukan di Laboratorium. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dari setiap jenis makroalga hijau (*Ulva sp*, *Enteromorpha sp*, *Chaulerpha sp*, *Codium sp*, *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 3*, *Halimeda sp 1* dan *Halimeda sp 6*) yang ditemukan di Perairan Teluk Kupang semuanya terdapat kandungan metabolit sekunder seperti Alkaloid, Saponin, Flavanoid, Tanin, Terpenoid dan Steroid. Tetapi kandungan saponin tidak terdapat pada beberapa jenis makroalga hijau yaitu *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *Enteromorpha sp*, *Ulva sp* dan *Chaulerpha sp*. juga kandungan Terpenoid tidak terdapat pada makroalga *Chaulerpha sp*. Selain itu pada setiap jenis makroalga hijau tersebut telah dilakukan uji kandungan nutrisinya dimana berupa Kadar air yang berkisar antara (5,78-43,27%), Kadar abu (7,89%-51,37%), Kadar protein (6,55%-16,75%), Kadar lemak (1,41%-2,92%), dan Kadar karbohidrat (18,12%-55,88%).

**Kata kunci:** Makroalga hijau (*Chlorophyceae*), metabolit sekunder dan kandungan nutrisi.

**Abstract** - This study aims to determine the types of green macroalgae were found in waters Kupang Bay and content of secondary metabolites and nutritional composition. The method used in this research that green macroalgae species that serve as the research object, then perform analysis of the nutrient content and the amount of secondary metabolites found in the types of green macroalgae conducted at the Laboratory. The results of the research that has been done show that for every type of macroalgae green (*Ulva sp*, *Enteromorpha sp*, *Chaulerpha sp*, *Codium sp*, *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 3*, *Halimeda sp 1* and *Halimeda sp 6*) were found in the waters of the Gulf of Kupang everything there content of secondary metabolites such as alkaloids, saponins, flavonoids, tannins, Terpenoids and Steroids. But saponins are not on some kind of green macroalgae is *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *sp Enteromorpha*, *Ulva sp* and *sp Chaulerpha*. Also Terpenoid content not found in macroalgae *Chaulerpha sp*. In addition to any kind of green macroalgae such tests have been conducted in which the nutritional content in the form of water content in the range of (5.78% to 43.27%), ash content (7.89% to 51.37%), protein content (6.55% - 16.75%), levels of fat (1.41% to 2.92%), and levels of carbohydrates (18.12% to 55.88%).

**Keywords:** Green macroalgae (*Chlorophyceae*), the secondary metabolites and nutrient content.

### I. PENDAHULUAN

Makroalga termasuk golongan tumbuhan berklorofil dengan jaringan tubuh yang secara relatif tidak berdiferensiasi, tidak membentuk akar batang dandaun. Tubuh

makroalga atau ganggang secara keseluruhan disebut dengan talus ganggang dan golongan *Thallopyta* yang lain dianggap sebagai bentuk tumbuhan rendah yaitu tumbuhan yang mempunyai hubungan

kekeluargaan yang sangat erat dengan organisme lain yang paling primitif dan mulai muncul pertama di bumi sifat tumbuhan rendah yang memiliki stuktur yang kompleks, diperkirakan terdapat sekitar 30.0000 spesies ganggang yang tumbuh di bumi, kebanyakan diantaranya hidup dilaut, species yang hidup di airtawar kelihatannyamempunyai arah perkembangan yang lebih leluasa, jikadibandingkandengan bentuk yang hidup didarat (Anggadiredja dkk., 2009)

Kandungan pigmen makroalga dikelompokkan ke dalam empat kelas yaitu, *Rhodophyceae* (ganggang merah), *Phaeophyceae* (ganggang coklat), *Chlorophyceae* (ganggang hijau) dan *Cyanophyceae* (ganggang biru). Tercatat sedikitnya 12 genus alga hijau yang banyak diantaranya sering dijumpai di perairan pantai. Berikut ini adalah genus-genus alga hijau diantaranya *Caulerpa*, *Ulva*, *Valonia* (*V. ventricosa*), *Dictyosphaera* (*D. caversona*), *Halimeda*, *Chaetomorpha*, *Codium*, dari marga *Udotea*, *Tydemania* (*T. expeditionis*), *Burnetella* (*B. nitida*), *Burgenesia* (*B. forbisii*), *Neomeris* (*N. annulata*) (Romimohtarto dan Juwana, 1999).

Secara ekologi, komunitas makroalga mempunyai peranan dan manfaat terhadap lingkungan sekitarnya yaitu sebagai tempat asuhan dan perlindungan bagi jenis-jenis ikan tertentu (*nursery grounds*), tempat pemijahan (*Spawning grounds*), sebagai tempat mencari makanan alami ikan-ikan dan hewan herbivor (*Feeding grounds*). Dari segi ekonomi, makroalga sebagai produk alam merupakan komoditi yang sangat baik untuk dikembangkan mengingat kandungan kimia yang dimilikinya. Makroalga dimanfaatkan secara luas baik dalam bentuk material mentah seluruh bagian tumbuhan maupun dalam bentuk olahan. Di Indonesia digunakan sebagai lalapan, sayuran, manisan dan asinan. Dari segi biologis, makroalga mempunyai andil yang besar dalam meningkatkan produktivitas primer, penyerap bahan

polutan, penghasil bahan organik dan sumber produksi oksigen bagi organisme akuatik di lingkungan perairan (Bold dan Wynne, 1985).

Makroalga memiliki kandungan metabolit primer dan sekunder. Kandungan metabolit primer seperti vitamin, mineral, serat, alginat, karaginan dan agar banyak dimanfaatkan sebagai bahan kosmetik untuk pemeliharaan kulit. Selain kandungan primernya yang bernilai ekonomis, kandungan metabolit sekunder dari makroalga berpotensi sebagai produser metabolit bioaktif yang beragam dengan aktivitas yang sangat luas sebagai antibakteri, antivirus, antijamur dan sitostatik (Zainuddin dan Malina, 2009).

Makroalga memiliki kandungan nutrisi yang terdiri dari air (27,8%), protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,6%) serat kasar (3%) dan abu (22,25%). Selain itu, rumput laut juga mengandung fenol, enzim, asam nukleat, asam amino, vitamin (A, B, C, D, E dan K) dan makro mineral seperti nitrogen, oksigen, kalsium dan selenium serta mikro mineral seperti zat besi, magnesium dan natrium (Anggadiredja dkk., 2009). Kandungan asam amino, vitamin dan mineral makroalga mencapai 10-20 kali lipat dibandingkan dengan tanaman darat (Sulistiyowati, 2003). Setiap makroalga mempunyai metabolit sekunder dan kandungan nutrisi yang berbeda-beda dari setiap jenis oleh karena itu dapat dilakukan penelitian dengan judul "Analisis Metabolit Sekunder dan Kandungan Nutrisi dari Makroalga Hijau (*Chlorophyceae*) Di Perairan Teluk Kupang".

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Prosedur Kerja

#### 2.1.1 Analisis Proksimat (Kandungan Nutrisi)

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam analisis proksimat (kandungan nutrisi yaitu :

##### a) Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara memanaskan cawan dalam oven pada suhu 105-110 °c selama 1 jam kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang. Setelah itu mengambil sampel dan ditimbang sebanyak 2-3 g, kemudian panaskan cawan dalam oven pada suhu 105-110 °c selama 4 jam setelah itu dimasukkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang.

Kadar air dapat di hitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Association Of Official Analytical Chemist (2005), yaitu :

$$\text{Kadar air \%} = \frac{(X_1 + A) - X_2}{A} \times 100$$

Keterangan :

A : Berat Sampel

X<sub>1</sub> : Berat cawan awal

X<sub>2</sub> : Berat cawan akhir

Ada tiga tahapan yang dilakukan untuk melakukan uji kadar protein dari makroalga hijau yaitu sebagai berikut :

##### 1) Tahap Oksidasi

Tahap Oksidasi diawali dengan mengambil sampel lalu ditimbang sebanyak 0,5 g kemudian dimasukkan kedalam labu Kjeldahl, setelah itu campurkan Katalis (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) dengan rasio 9:1 yang telah ditimbang sebanyak 3g, setelah itu tambahkan 10 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, lalu

campuran larutan tersebut dipanaskan dalam rak oksidasi pada 400 °c selama 3-4 jam sampai terjadi perubahan warna cairan dalam labu menjadi hijau bening. Setelah dipanaskan mencapai suhu 400 °c, larutan tersebut dikeluarkan dari rak oksidasi untuk didinginkan. Setelah dingin, campuran tersebut ditambahkan air destilasi sebanyak 100 mL dan larutan sampel siap untuk didestilasi.

##### 2) Tahap Destilasi

Mengambil labu ukur lalu di isi dengan aquades sebanyak ½ gelas ukur tersebut agar tidak terjadi kontaminasi oleh ammonia lingkungan, kemudian dididihkan selama 10 menit, kemudian mengambil tabung erlenmeyer lalu diisi dengan 10 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang telah ditambahkan 2 tetes indikator *methylred* yang diletakkan dibawah pipa pembuangan kondensor dengan cara dimiringkan sehingga ujung pipa tenggelam dalam cairan. Setelah itu, masukan larutan sampel sebanyak 5 mL kedalam tabung destilasi melalui corong yang sebelumnya telah dibilas dengan aquades, kemudian tambahkan 10 mL NaOH 30% lalu ditutup. Selanjutnya campurkan alkalin dalam labu destilasi disuling menjadi uap air selama 10 menit hingga terjadi pengembunan pada kondensor, kemudian turunkan labu Erlenmeyer sampai mengenai ujung pipa kondensor, lalu bilas kondensor dengan aquades selama 1-2 menit.

##### 3) Tahap Titrasi

Tahap titrasi diawali dengan mengambil larutan hasil destilasi lalu dititrasi dengan larutan NaOH 0,05 N. setelah dititrasi, volume hasil titrasi dicatat dan prosedur yang sama juga dilakukan pada blanko.

Kadar protein dalam sampel makroalga dihitung menggunakan rumus menurut Association Of Official Analytical Chemist AOAC, yaitu :

$$\text{Kadar protein} = \frac{0,0007 * X(V_b - V_s) * 6,25 ** * X 100}{S} * 100$$

Keterangan:

- $V_b$  = Volume hasil titrasi blanko (mL)  
 $V_s$  = Volume hasil titrasi sampel (mL)  
 $S$  = Bobot sampel (g)  
\* = 1 mL 0,05 NaOH ekuivalen dengan 0,0007g nitrogen  
\*\* = Faktor nitrogen

### b) *Kadar Abu*

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan cara mengambil cawan lalu dipanaskan dalam oven pada suhu 105-110 °c selama 1 jam, kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang, setelah itu masukan bahan sampel kedalam cawan sebanyak 2-3 g, kemudian cawan dan bahan dipanaskan dalam tanur pada suhu 600 °c sampai menjadi abu lalu dimasukkan dalam desikator selama 30 menit, setelah itu ditimbang.

Pengukuran kadar lemak dihitung menggunakan rumus menurut Association Of Official Analytical Chemist (2005), yakni :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(X_2 - X_1) \times 2}{A} \times 100$$

Keterangan :

- A : Berat Sampel  
 $X_1$  : Berat cawan awal  
 $X_2$  : Berat cawan akhir

### c) *Kadar Lemak*

Untuk mengetahui kadar lemak dalam makroalga hijau digunakan 3 metode, yakni sebagai berikut :

#### 1. *Metode Ekstraksi Soxhlet*

Metode ini dilakukan dengan mengambil labu ekstraksi terlebih dahulu

kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C-110°C dalam waktu 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator selama 30 menit, lalu bobot labu ditimbang. Kemudian mengambil sampel dan ditimbang sebanyak 3-5 g, lalu dimasukkan ke dalam selongsong tabung filter setelah itu dimasukkan ke dalam soxhlet dan meletakkan pemberat di atasnya. Selanjutnya menyiapkan larutan N-hexan sebanyak 100-150 mL lalu dimasukkan ke dalam soxhlet hingga selongsong terendam dan sisa N-hexan dimasukkan ke dalam labu, kemudian labu yang telah dihubungkan dengan soxhlet dipanaskan di atas *waterbath* hingga cairan yang merendam sampel didalam soxhlet berwarna bening, setelah itu dilepaskan dan tetap dipanaskan hingga N-hexan menguap. Labu dan lemak yang tersisa dipanaskan dalam oven selama 15-60 menit, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15-30 menit dan ditimbang.

#### 2. *Metode Folch*

Menyiapkan labu silinder lalu dipanaskan terlebih dahulu dalam oven pada suhu 105-110°C selama 1 jam, lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang. Selanjutnya mengambil sampel lalu ditimbang sebanyak 2-3 g, kemudian dimasukkan kedalam gelas homogeny dan ditambahkan larutan kloroform/methanol dan sebagian disisakan untuk membilas pada saat penyaringan, lalu sampel dihomogenkan selama 5 menit kemudian disaring dengan *vacuum pump*. Sampel yang telah disaring tersebut dimasukkan ke dalam labu pemisah yang telah diberi larutan  $MgCl_2$  0.03 N lalu dikocok dengan kuat minimal selama 1 menit kemudian ditutup dengan *aluminium foil* dan didiamkan selama 1 malam. Setelah didiamkan, lapisan bawah yang terdapat dalam labu pemisah disaring ke dalam labu silinder kemudian dievaporator sampai kering dan sisa kloroform atau methanol

yang terdapat dalam labu ditiup dengan menggunakan vacuum lalu ditimbang.

Pengukuran kadar abu dihitung menggunakan rumus menurut Association Of Official Analytical Chemist (2005), yakni:

$$\text{Kadar abu \%} = \frac{(X_2 - X_1) \times 2}{A} \times 100$$

Keterangan :

A : Berat Sampel

X<sub>1</sub> : Berat cawan awal

X<sub>2</sub> : Berat cawan akhir

#### d) *Kadar Serat Kasar*

Pengukuran kadar serat kasar dilakukan dengan mengambil kertas saring lalu dipanaskan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105-110°C, setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang, setelah itu mengambil sampel dan ditimbang sebanyak 0,5 g lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml, kemudian masukan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 3N sebanyak 50 ml ke dalam Erlenmeyer lalu dipanaskan diatas pembakar Bunsen selama 30 menit. Setelah itu NaOH 1,5 N sebanyak 25 ml ditambahkan kedalam Erlenmeyer dan dipanaskan kembali selama 30 menit. Selanjutnya larutan dan bahan yang telah dipanaskan kemudian disaring dalam corong Buchner dan dihubungkan pada *vacuum pump* untuk mempercepat filtrasi, setelah itu larutan dan bahan yang ada pada corong *Buchner* kemudian dibilas secara berturut-turut dengan 50 ml air panas, 50 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,3 N, dan 25 ml aseton. Selanjutnya kertas saring dan isinya dimasukkan kedalam cawan porselin lalu dipanaskan dalam oven 105-110 °c selama 1 jam kemudian didinginkan dalam desikator 5-15 menit dan ditimbang, Setelah itu dipanaskan kembali dalam tanur pada suhu 600 °c hingga berwarna putih atau abu-abu (± selama 4 jam), kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 105-110 °c selama 15 menit, dan didinginkan dalam desikator selama 5-15 menit lalu ditimbang.

Pengukuran kadar serat kasar dihitung menggunakan rumus menurut [CAOC]. Association Of Official Analytical Chemist, (2005), yakni :

$$\text{Kadar abu \%} = \frac{(X_2 - X_1) \times 3}{A} \times 100$$

Keterangan :

A : Berat Sampel

X<sub>1</sub> : Berat cawan awal

X<sub>2</sub> : Berat cawan akhir

#### 2.1.2 *Analisis Metabolit Sekunder*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis metabolit sekunder yaitu :

##### a) *Uji Alkaloid*

Pengujian alkaloid dilakukan sampel sebanyak 2 ml, 0,5 ml HCL 2% dan 3 tetes reagen mayer (putih) dan reagen wagner (coklat).

##### b) *Uji Flavonoid*

Sampel 1 ml, 3 mL HCL dan 1 mL pita magnesium lalu dikocok. mengandung flavonoid bila terdapat warna merah, kuning atau jingga.

##### c) *Uji Saponin*

Sampel 1 ml lalu 1 ml akuades yang kemudian dipanaskan dan dituangkan ke dalam ekstrak lalu dikocok mengandung saponin jika terdapat buih atau busa selama 1 menit.

##### d) *Uji Steroid/Triterpenoid*

Sampel 1 ml lalu 1 ml ekstrak dicampurkan klorofom sebanyak 2 ml, Kemudian lapisan klorofom, diteteskan pada papan plat tetes dan ditambahkan 5 tetes asam asetat anhidrad dan 3 tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ke dalam ekstrak sampel mengandung triterpenoid jika Warana merah, orange atau

kuning dan steroid bila warna biru, hijau atau ungu.

**e) Uji Tanin**

Sampel 1 ml sedikit gelatin kemudian dikocok mengandung tanin bila terdapat endapan coklat.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Pengumpulan Sampel**

Pengumpulan sampel makroalga hijau pada penelitian ini dilakukan di Perairan Pantai Teluk Kupang meliputi pantai Tablolong, pantai Bolok, pantai Pasir Panjang dan Pantai Kelapa Lima.

Pengumpulan sampel dilakukan pada saat air surut, karena pada umumnya makroalga hidup melekat pada substrat di dasar perairan. Jenis-jenis makroalga hijau yang ditemukan diperairan Teluk Kupang disajikan pada Tabel 10.1 dibawah ini.

Tabel 10.1. Jenis-jenis Makroalga Hijau Yang Ditemukan di Perairan Teluk Kupang

No	Jenis Makroalga Hijau	Lokasi			
		Tablolong	Bolok	Pasir Panjang	Kelapa Lima
1	<i>Ulva sp</i>	-	+++	+	+
2	<i>Enteromorpha sp</i>	-	-	-	+++
3	<i>Chaulerva sp</i>	+++	-	-	-
4	<i>Codium sp</i>	+	+++	-	-
5	<i>Bodlea Composite</i>	+++	-	-	+
6	<i>Halimeda sp 1</i>	+++	++	+	+
7	<i>Halimeda sp 2</i>	+++	-	++	+
8	<i>Halimeda sp 3</i>	+++	+	+	+
9	<i>Halimeda sp 4</i>	+++	+	++	+
10	<i>Halimeda sp5</i>	+	-	+	+
11	<i>Halimeda sp 6</i>	+++	-	-	-
12	<i>Halimeda sp 7</i>	-	-	+	-
<b>Jumlah jenis makroalga</b>		<b>9</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

**Keterangan**

- +++ = (Banyak yang diambil sampling tetapi masih ada yang tersisa)
- ++ = (Cukup untuk diambil sampling tetapi masih ada)
- +
- = (Tidak ada yang diambil sampling cukup difoto)
- = (Tidak ada yang diambil sampling )

Tabel 10.1 di atas menunjukkan bahwa jenis-jenis makroalga hijau yang ditemukan di Perairan Teluk Kupang tidak sama jumlahnya, banyak sedikitnya jenis makroalga hijau disebabkan kondisi perairan yang tidak memungkinkan untuk makroalga hijau berkembang dengan baik Dimana pada tabel diatas terlihat bahwa dari ke empat

lokasi tersebut jenis-jenis makroalga hijau yang ditemukan lebih banyak yaitu pada Perairan Tablolong dengan jumlah dari setiap jenis makroalga hijaunya sebanyak 9 disusul dengan Perairan Kelapa lima sebanyak 7, Perairan Pasir panjang sebanyak 6 dan Bolok sebanyak 5. Dari ke empat lokasi tersebut juga terlihat pula bahwa makroalga hijau dari

jenis *Halimeda sp* lebih banyak ditemukan tetapi di beberapa lokasi juga masih ditemukan dalam jumlah yang tidak terlalu banyak dibandingkan dengan jenis makroalga hijau lainnya seperti *Ulva sp* yang hanya ditemukan diperairan Bolok tetapi dalam jumlah yang lebih banyak, Sehingga dari beberapa jenis-jenis makroalga hijau yang ditemukan hanya beberapa yang diambil sampling untuk dilakukan pengujian kandungan metabolit dan kandungan nutrisi di laboratorium. Hal tersebut disebabkan karena ada beberapa factor yang mempengaruhi jumlah atau keanekaragaman dari setiap jenis makroalga seperti Habitat, substrat dimana ada jenis makroalga yang hidupnya menempel pada batu karang, tanah berpasir, pasir halus dan sedikit berlumpur kemudian untuk lokasi juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan dari makroalga tersebut dimana hasil yang dilihat bahwa lokasi yang ada di Perairan Teluk kupang seperti Tablolong dan Bolok lokasi tempat tumbuhnya makroalga hijau masih jauh dari limbah yang berasal dari pemukiman penduduk dan pabrik sedangkan Perairan Pasir panjang dan Kelapa lima sangat dekat dengan pemukiman penduduk sehingga banyak makroalga yang tidak bisa bertumbuh akibat sisa buangan limbah yang berasal dari pemukiman penduduk.

Biladibandingkan dengan hasil identifikasi jenis makroalgadi Perairan pantai Pulau Dofamuel, yakni ditemukan *Chlorophyta* sebanyak 4 jenis yaitu *Halimeda incrassata*, *Halimeda macroloba*, *Halimeda opuntia*, *Halimeda selindrica*. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa setiap jenis makroalga memiliki kecenderungan untuk hidup pada substrat yang berbeda, sehingga berbeda pula jenis alganya(Handayani dkk.,2004). Perbedaan faktor lingkungan menjadi sangat penting dan berpengaruh terhadap jenis yang dimilikinya. Studi keanekaragaman jenis makroalga misalnya warna pada thallus

digunakan untuk menentukan jenis makroalga ke dalam suatu klas tertentu, sebab setiap makhluk hidup mempunyai kemampuan beradaptasi dengan lingkungannya(Fitriany, 2012).

Perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor lingkungan. jenis alga hijau merupakan jenis makroalga yang sangat membutuhkan cahaya matahari untuk berfotosintesis, sehingga keberadaan makroalga ini lebih banyak ditemukan pada daerah intertidal dan cenderung lebih dangkal, jika dibandingkan dengan jenis lainnya(Anonim, 2009). Distribusi makroalga dapat dibagi berdasarkan kedalaman, yaitu pada perairan dangkal didominasi oleh alga hijau, kemudian diikuti oleh alga coklat dan yang sering ditemukan pada kedalaman maksimum adalah alga merah(Odum, 1996). Makroalga terdapat pada zona intertidal sampai cahaya matahari dapat tembus di perairan yang jernih, beberapa jenis makroalga dapat hidup sampai kedalaman 150 m(Nontji, 2007).

### 3.2 Kandungan Metabolit Sekunder Makroalga Hijau

#### 3.2.1 Uji Alkaloid

Alkaloid merupakan golongan zat tumbuhan sekunder yang terbesar. Alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut. Alkaloid adalah suatu golongan senyawa yang tersebar luas hampir pada semua jenis tumbuhan. Semua alkaloid mengandung paling sedikit satu atom nitrogen yang biasanya bersifat basa dan membentuk cincin heterosiklik (Robinson, 2005)

Pada Tabel .1 diatas ini dijelaskan bahwa dari hasil uji fitokimia yang telah dilakukan terlihat pula bahwa jenis metabolit

sekunder. Alkaloid dimiliki oleh semua jenis makroalga, tetapi ada beberapa jenis makroalga yang memiliki senyawa Alkaloid yang lebih banyak seperti *Ulva sp* dan *Chaulerpha sp* dan alkaloid yang ditemukan dalam jumlah yang sedikit ditemukan pada *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *Halimeda sp 6*, *Enteromorpha sp* dan *Codium sp*. Berbeda dengan Uji identifikasi fitokimia yang diambil di Perairan Jepara Jawa Tengah untuk mengetahui kandungan kimia dalam suatu bahan secara kualitatif. Hasil uji fitokimia dari tiga ekstrak makroalga *Chaulerpha sp*, *Gracilaria sp* dan *Eucheuma sp* dimana menunjukkan bahwa Golongan senyawa alkaloid hanya dimiliki oleh ekstrak makroalga *Chaulerpha sp*, *Gracilaria sp*, *Eucheuma sp* dan *Sargassum sp*.

Keaktifan biologis dari senyawa alkaloid disebabkan karena adanya gugus basa yang mengandung nitrogen. Adanya gugus basa ini apabila mengalami kontak dengan bakteri akan bereaksi dengan senyawa senyawa asam amino yang menyusun dinding sel bakteri dan juga DNA bakteri yang merupakan penyusun utama inti sel yang merupakan pusat pengaturan segala kegiatan sel. Reaksi ini terjadi karena secara kimia suatu senyawa yang bersifat basa akan bereaksi dengan senyawa asam dalam hal ini adalah asam amino karena sebagian besar asam amino telah beraksi dengan gugus basa dari senyawa alkaloid. Perubahan susunan asam amino ini jelas akan merubah keseimbangan genetik pada asam DNA sehingga DNA bakteri akan mengalami kerusakan. Kerusakan DNA pada inti sel bakteri akan mendorong terjadinya lisis pada inti sel, sehingga akan terjadi kerusakan sel. Kerusakan sel mengakibatkan sel-sel bakteri tidak mampu melakukan metabolisme sehingga akan mengalami lisis (hancur). Dalam ekstrak makroalga terdeteksi senyawa aktif golongan alkaloid yang mempunyai aktivitas sebagai antibakteri.

### 3.2.1 Uji Flavonoid

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium tentang Uji Flavonoid menunjukkan bahwa senyawa flavonoid terdapat pada semua jenis makroalga hijau tetapi ada yang ditemukan dalam jumlah yang lebih banyak seperti *Codium sp* dan *Chaulerpha sp* kemudian yang lebih sedikit ditemukan pada jenis *Ulva sp*. Berbeda dengan Uji identifikasi fitokimia yang diambil di Perairan Jepara Jawa Tengah, dimana senyawa flavonoid hanya dimiliki oleh ekstrak *Chaulerpha sp* dan *Gracilaria sp*. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan terhadap jenis makroalga hijau yang memiliki kandungan metabolit sekunder yang banyak dimana metabolit sekunder yang dihasilkan dari jenis makroalga berupa flavonoid terdapat senyawa-senyawa dimana senyawa tersebut merupakan senyawa bioaktif yang dapat digunakan dalam dunia pengobatan misalnya sebagai antikanker dan antibakteri.

Flavonoid memiliki sifat lipofilik sehingga dimungkinkan akan merusak membran sel bakteri. Flavonoid merupakan senyawa polar yang umumnya mudah larut dalam pelarut polar seperti etanol, menthanol, butanol, dan aseton (Farida dkk., 2010). Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol, senyawa fenol mempunyai sifat efektif menghambat pertumbuhan virus, bakteri dan jamur (Fitryani, 2012). Senyawa-senyawa flavonoid umumnya bersifat antioksidan dan banyak telah digunakan sebagai salah satu komponen bahan baku obat-obatan. Senyawa flavonoid dan turunannya memiliki dua fungsi fisiologi tertentu, yaitu sebagai bahan kimia untuk mengatasi serangan penyakit (sebagai antibakteri) dan anti virus bagi tanaman (Sirait, 2007).

### 3.2.2 Uji Saponin

Saponin merupakan glikosida triterpena dan sterol yang telah terdeteksi

dalam lebih dari 90 genus pada tumbuhan. Glikosida adalah suatu kompleks antara gula pereduksi (glikon) dan bukan gula (aglikon). Banyak saponin yang mempunyai satuan gula sampai 5 dan komponen yang umum ialah asam glukuronat, adanya saponin dalam tumbuhan ditunjukkan dengan pembentukan busa yang mantap sewaktu mengekstraksi tumbuhan atau memekatkan ekstrak (Khurniasari, 2004).

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium tentang Uji Saponin menunjukkan bahwa senyawa saponin tidak ditemukan pada semua jenis makroalga hijau tetapi ada yang ditemukan dalam jumlah yang lebih banyak seperti *Codium sp* kemudian yang lebih sedikit ditemukan senyawa saponin yaitu pada jenis *Halimeda sp 2* dan *Halimeda sp 6*. Berbeda dengan Uji identifikasi fitokimia yang diambil di Perairan Jepara Jawa Tengah, dimana senyawa saponin tidak dimiliki oleh ke 3 ekstrak. Saponin adalah glikosida triterpen dan sterol. Saponin merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun, serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa yang stabil dalam air dan menghomolisis sel darah merah. Dari segi pemanfaatan, saponin sangat ekonomis sebagai bahan baku pembuatan hormon steroid. Saponin ditemukan dalam ekstrak metanol dan etil asetat (Naim, 2004).

### 3.2.3 Uji Tanin

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium tentang Uji Tanin menunjukkan bahwa senyawa tanin ditemukan pada semua jenis makroalga hijau tetapi ada yang ditemukan dalam jumlah yang cukup banyak seperti *Halimeda sp 6* dan *Ulva sp* kemudian yang lebih sedikit ditemukan senyawa tannin yaitu pada jenis *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *Enteromorpha sp*, *Codium sp* dan *Chaulerpha sp*. Berbeda dengan Uji identifikasi fitokimia yang diambil di

Perairan Jepara Jawa Tengah, dimana senyawa tanin dimiliki oleh ekstrak *Chaulerpha sp* dan *Sargassum sp*. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan terhadap jenis makroalga hijau yang memiliki kandungan metabolit sekunder yang banyak dapat digunakan sebagai antibakteri. Senyawa tannin dan triterpenoid merupakan suatu senyawa metabolit sekunder yang dapat dijumpai pada jenis-jenis makroalga dan mempunyai aktivitas sebagai antibakteri (Markham, 2008). Tanin memiliki persenyawaan fenol yang memiliki gugus hidroksil di dalamnya maka mekanisme dalam mengaktifkan bakteri dengan memanfaatkan perbedaan polaritas antara lipid dengan gugus hidroksil. Apabila sel bakteri semakin banyak mengandung lipid maka dibutuhkan konsentrasi yang tinggi untuk membuat bakteri tersebut lisis/hancur.

### 3.2.4 Uji Triterpenoid dan Steroid

Triterpenoid merupakan senyawa yang kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isoprene dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon C<sub>30</sub> asiklik, yaitu skualena. Penggunaan pereaksi Lieberman-Burchard (anhidrida asetat-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat) akan bereaksi dengan kebanyakan triterpena dan sterol dengan terbentuknya warna hijau-biru (Khunaifi, 2010). Berdasarkan Hasil uji tripenoid yang dilakukan di laboratorium senyawa tripenoid tidak ditemukan pada semua jenis makroalga hijau tetapi ada yang ditemukan dalam jumlah yang cukup banyak seperti *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 6* dan *Ulva sp*. Kemudian yang lebih sedikit ditemukan pada jenis *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *Enteromorpha sp*, *Codium sp* dan yang tidak ditemukan senyawa tripenoid yaitu pada jenis *Chaulerpha sp*. Berbeda dengan Uji identifikasi fitokimia yang diambil di Perairan Jepara Jawa Tengah, dimana senyawa tripenoid dimiliki oleh *Chaulerpha sp*, *Euclima sp*, *Gracilaria sp* dan

*Sargassum sp.* Ekstrak metanol makroalga hijau jenis *Ulva sp* menunjukkan adanya senyawa golongan triterpenoid setelah ditambahkan asam asetat anhidrat (Sabir, 2005).

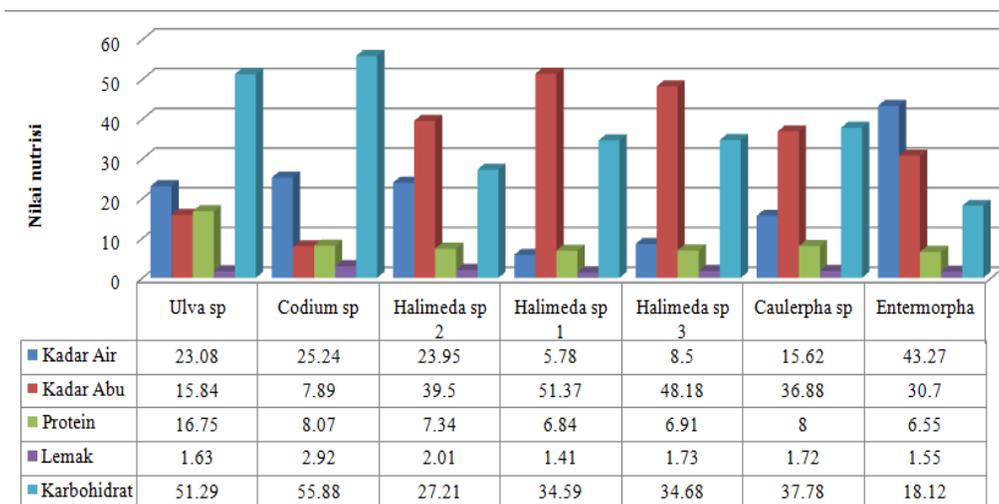
Steroid adalah terpenoid yang kerangka dasarnya terbentuk dari sistem cincin siklopentana prehidrofenantrena. Steroid merupakan golongan senyawa metabolik sekunder yang banyak dimanfaatkan sebagai obat. Hormon steroid pada umumnya diperoleh dari senyawa-senyawa steroid alam terutama dalam tumbuhan (Sabir, 2005). Hasil uji steroid yang dilakukan menunjukkan bahwa senyawa steroid ditemukan pada semua jenis makroalga hijau tetapi ada yang ditemukan dalam jumlah yang banyak seperti *Chaulerpha sp* kemudian ada senyawa steroid yang ditemukan dalam jumlah yang cukup banyak seperti *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *Entermorpha sp* dan *Codium sp* Sedangkan ada senyawa yang tidak ditemukan seperti *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 6* dan *Ulva sp*. Berbeda dengan Uji identifikasi fitokimia yang diambil di Perairan Jepara Jawa Tengah, dimana senyawa Steroid dimiliki oleh *Chaulerpha sp*, *Eucheuma sp*, *Gracilaria sp* dan *Sargassum sp*. Steroid ditemukan pada ekstrak metanol dan etil asetat. Steroid yang paling banyak

adalah sterol yang merupakan steroid alkohol. Steroid merupakan golongan senyawa triterpenoid dan steroid dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan obat (Sabir, 2005). Oleh karena itu, steroid dapat tertarik oleh metanol yang bersifat polar.

Selain senyawa yang terkandung dalam alga ternyata faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi terbentuknya senyawa kimia yang berpotensi sebagai antimikroba dari alga tersebut. Senyawa bioaktif yang disintesis oleh alga laut merupakan suatu bentuk respon terhadap alam. Pada lingkungan laut, alga laut harus memiliki pertahanan terhadap bakteri atau cendawan, agar permukaannya bebas dari epifit atau bebas dari pesaingnya. Kemampuan alga untuk memproduksi metabolit sekunder terhalogenasi yang bersifat sebagai senyawa bioaktif dimungkinkan terjadi, karena kondisi lingkungan hidup alga yang ekstrim seperti salinitas yang tinggi atau akan digunakan untuk mempertahankan diri dari ancaman predator (Harbone, 2000).

### 3.3 Analisis Proksimat dari Makroalga Hijau (*Chlorophyceae*)

Hasil analisis proksimat dari makroalga hijau, dapat ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 10.1 . Histogram Kandungan Nutrisi dari Makroalga Hijau

Pada grafik diatas terlihat bahwa makroalga hijau memiliki kadar air dengan nilai rata-rata berkisar antara 5,78-43,27%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa makroalga hijau jenis *Enteromorpha sp* memiliki kadar air yang lebih tinggi yaitu 43,27% dibandingkan dengan jenis *Codium sp*, *Halimeda sp* dan *Ulva sp*.

Dari hasil pengabuan yang dilakukan dari beberapa jenis makroalga hijau pada grafik diatas seperti *Ulva sp*, *Codium sp*, *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 1*, *Halimeda 3*, *Caulerpha sp* dan *Enteromorpha sp* yang mempunyai Kadar abu tertinggi yaitu pada makroalga hijau jenis *Halimeda sp 1* yang diperoleh rata-rata kadar abu sebesar 51,37% dan terendah jenis *Codium sp* 7,89%. Bila dibandingkan dengan kadar abu dari jenis makroalga lainnya seperti *S. Crassifolium* makroalga coklat dengan rata-rata kadar abu sebesar 36,93%. Makroalga jenis *Halimeda sp* mempunyai kadar abu (mineral) yang tinggi, hal ini diduga berhubungan dengan cara penyerapan hara mineralnya, disamping sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan perairan laut yang mengandung berbagai mineral dengan konsentrasi tinggi. Penyerapan hara mineral pada makroalga dilakukan melalui seluruh permukaan talus, tidak melalui akar, sehingga penyerapan hara mineral lebih efektif. Banyaknya hara mineral yang diserap mempengaruhi kadar abu pada jaringan makroalga sehingga kadar abu rumput laut ini tinggi (Harbone, 2000).

Berdasarkan hasil uji yang dilakukan terdapat Jenis-jenis makroalga hijau yang akan diuji kandungan proteinnya yaitu berkisar antara 8 %-16,75%. Dimana *Ulva sp* yang memiliki kadar protein yg lebih tinggi dan *Chaulerpha sp* 8 %, Bila dibandingkan dengan *Chaulerpha sp* pada penelitian lain yang berasal dari pantai Jepara mempunyai kadar protein lebih besar yaitu 12,88% dan *Chaulerphas sp* yang berasal dari Gujarat India yaitu 1,17%. Kandungan energi pada *Chaulerpha sp* lebih tinggi dimana Energi

tersebut didapatkan dari protein dan karbohidrat yang ada pada *Chaulerpha sp* sehingga alga ini dapat digunakan oleh orang-orang yang mempunyai masalah dengan obesitas. Berdasarkan pengamatan tentang nutrisi makroalga, diketahui bahwa jenis makroalga mengandung sebagian kecil protein. Protein dalam makroalga tersusun oleh asam amino. Protein makroalga bervariasi tergantung jenis dan habitatnya. Bervariasinya kandungan protein pada jenis makroalga juga akan mempengaruhi kandungan asam amino. Perbedaan jenis protein maupun asam amino ini dipengaruhi oleh kehadiran nitrogen pada perairan dan lokasi tanam yang berbeda. Hasil pengujian asam amino pada jenis makroalga menunjukkan jumlah asam amino yang bervariasi antar makroalga. Threoninedan L-Glycine merupakan jumlah asam amino terbesar dalam makroalga (Basmal dkk., 2009).

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada grafik diatas juga menunjukkan bahwa kadar lemak yang terdapat pada jenis makroalga *Ulva sp*, *Codium sp*, *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *Caulerpha sp* dan *Enteromorpha sp* memiliki kandungan lemak yang terkandung berkisar antara 1,55-2,92 % dimana dari setiap jenis makroalga hijau yang paling banyak memiliki Kadar Lemak tertinggi dan terendah terdapat pada makroalga jenis *Codium sp* (2,92 %) dan makroalga jenis *Halimeda sp 1* (1,41%) dibandingkan dengan jenis makroalga lainnya. Setiap makroalga ada yang kaya akan lemak dan ada yang tidak. Perbedaan komposisi kimia antar spesies tersebut menunjukkan bahwa nutrisi makroalga dipengaruhi oleh jenis dan habitat (Ajizah, 2004).

Berbeda dengan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa kadar kabohidrat yang terdapat pada jenis makroalga *Ulva sp*, *Codium sp*, *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *Caulerpha sp*

dan *Enteromorpha sp* memiliki kandungan karbohidrat yang terkandung berkisar antara 18,12-55,88 % dimana dari jenis makroalga hijau yang paling banyak memiliki kandungan Karbohidrat tertinggi dan terendah terdapat pada makroalga jenis *Codium sp* (55,88%) dan makroalga jenis *Enteromorpha sp* (18,12%) dibandingkan dengan jenis makroalga lainnya. Perbedaan kandungan karbohidrat berkaitan erat dengan kondisi lingkungan, salah satunya adalah konsentrasi nutrisi dalam medium pertumbuhan. Kandungan nutrisi khususnya nitrogen (N) dan fosfor (P). Fotosintesis terus berlanjut meskipun dengan laju yang terus menurun ketika nitrogen dalam sel turun hingga di bawah nilai ambang batasnya (Harbone, 2000).

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Makroalga hijau yang ditemukan di Perairan Teluk Kupang terdapat beberapa jenis yaitu *Ulva sp*, *Enteromorpha sp*, *Chaulerpha sp*, *Codium sp*, *Halimeda sp 2*, *Halimeda sp 3*, *Halimeda sp 1* dan *Halimeda sp 6*.
2. Dari setiap jenis makroalga hijau yang ditemukan di Perairan Teluk Kupang semuanya terdapat kandungan metabolit sekunder seperti Alkaloid, Saponin, Flavanoid, Tanin, Terpenoid dan Steroid. Tetapi kandungan saponin tidak terdapat pada beberapa jenis makroalga hijau yaitu *Halimeda sp 1*, *Halimeda sp 3*, *Enteromorpha sp*, *Ulva sp* dan *Chaulerpha sp*. juga kandungan Terpenoid tidak terdapat pada makroalga *Chaulerpha sp*.
3. Dari hasil uji yang dilakukan didapatkan bahwa setiap makroalga hijau yang di dapatkan di perairan Teluk Kupang memiliki kandungan nutrisi berupa Kadar air (5,78-43,27%), Kadar abu (7,89-51,37%), Kadar protein (6,55-16,75% ),

Kadar lemak (1,41-2,92%), dan Kadar karbohidrat (18,12-55,88%).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anggadiredja, J. T., Istini, S., Purwoto, H., dan Zatinika, A., 2009. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [2]. Association Of Official Analytical Chemist. 2005 Edisi Revisi. Edisi 18. 2005. Official Methods Of Analysis Washington Dc.
- [3]. Basmal, JT. Murtini dan Yunizal. 2009. Teknologi Ekstraksi Alginat dari Rumput laut Coklat. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- [4]. Bold, H. C & M. J. Wynne. 1985. Introduction of the Algae. Structure and Reproduction. Prentice-Hall of India Private Limited. New Delhi. Edisi Kelima Jilid 2. Laut Jakarta : Erlangga.
- [5]. Farida, R., Dewa, M. Titis, N dan Endrawati, T. 2010. Manfaat Sirih Merah (*Piper crocatum*) Sebagai Agen Anti Bakterial Terhadap Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif. Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia, I (7) : 10-25.
- [6]. Fitriany, P. 2012. Kandungan Fenol, Senyawa Fitokimia, Aktivitas Antioksidan Rumput Laut Padina australis. Bogor. Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- [7]. Handayani T, Sutarno, Setyawan A D. 2004. Analisis komposisi nutrisi rumput laut *Sargassum crassifolium* J. Agardh. *Jurnal Biofarmasi*. 2:45-52.
- [8]. Harborne, 2000. Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan, ITB, Bandung.
- [9]. Khunaifi, M. 2010. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore/steenis) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Pseudomonas aeruginosa*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sain dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- [10]. Khurniasari, D. W. 2004. Potensi antikanker Senyawa Bioaktif Ekstrak

- Kloroform Dan Metanol Makroalgae *Sargassum duplicatum*
- [11]. Markham. K. R.. 2008. Cara Mengidentifikasi Flavonoid”, terjemahan K. Radmawinata, Penerbit ITB, Bandung.
- [12]. Mirzoeva O.K., Grishanin R.N., Calder P.C. 2007. *Microbiol Res : Antimicrobial Action Of propolis And Some Of Its Components: The Effects On Growth, Membrane Potential, And Motility Of Bacteria.* 152:239-46.
- [12]. Naim, R. 2004. *Senyawa Antimikroba dari Tanaman. FKH dan Sekolah Pascasarjana IPB.*
- [13]. Nonji, A. 2007. *Rumput laut hijau dan manfaatnya.* Grasindo. Jakarta.
- [14]. Odum, E.P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi.* (Terj) Samingan dan B. Srigadi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [15]. Robinson, T. 2005. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi.* Edisi keenam. Terjemahan Padmawinata K. Penerbit ITB. Bandung.
- [16]. Romimohtarto, K. dan Sri Juwana. 1999. *Biologi Laut – Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut.* Pusat Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- [17]. Sabir A. 2005. *Aktivitas Antibakteri Flavonoid Propolis Trigonasp terhadap Bakteri Streptococcus mutans (in vitro).* *Majalah Kedokteran Gigi (Dent J)* 38:135-141.
- [18]. Schlegel, Schmidt. 1994. *Mikrobiologi Umum.* Tedja Baskara, penerjemah. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- [19]. Sirait, M, 2007. *Penuntun fitokimia Dalam farmasi ITB.* Bandung.
- [20]. Sulistyowati, H. 2003. *Struktur komunitas Seaweed (rumput laut) di Pantai Pasir Putih Kabupaten Situbondo.* *Jurnal Ilmu Dasar.* 4 (1): 58-61.
- [21]. Thomson, R.H. 2003. *The Chemistri Of Natural Product* 2 Edition. Chapman and hall ltd. glasgow. UK.
- [22]. Zainuddin, E. N dan Malina, A, C. 2009. *Skrining rumput laut asal Sulawesi Selatan sebagai antibiotik melawan bakteri pathogen pada ikan.*