**KOMPOSISI JENIS PIGMEN ALGA HIJAU,**

**YANG DIPEROLEH DARI PERAIRAN BOLOK KABUPATEN KUPANG**

**Alfred G.O. Kase1\*), Yohanes Merryanto2), James Ngginak3)**

1,2 Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana Jl. Adisucipto, Kota Kupang, Kode Pos 85228

3 Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Artha Wacana Jl. Adisucipto, Kota Kupang, Kode Pos 85228

Email Coresponding : \*kasealfred@yahoo.com

**ABSTRAK**

*Makro alga hidup di dasar perairan yang masih dapat tertembus cahaya matahari seperti layaknya tanaman darat. Sebagaimana makro alga umumnya, alga hijau memiliki klorofil atau pigmen asesoris lainnya yang digunakan untuk proses fotosintesis. Komposisi warna inilah yang digunakan untuk menggolongkan jenis makro alga. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi jenis pigmen yang terkandung pada alga hijau. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - November 2021 di Perairan Bolok, Kabupaten Kupang. Proses Identifikasi jenis alga dan ekstraksi pigmen dilaksanakan di Laboratorium Biologi, Universitas Kristen Artha Wacana Kupang, Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Metode Spektrofotometri digunakan untuk mengidentifikasi jenis pigmen. Hasil Koleksi ditemukan beberapa spesies alga hijau : Ulva lactuca, Ulva reticulata, dan Halimeda opuntia, ketiga jenis alga ini ditemukan di zona intertidal yang masih dipengaruhi oleh pasang surut.. Hasil Kromatografi Lapis Tipis untuk ketiga alga hijau ini diperoleh 4 - 5 fraksi dengan kisaran nilai Retention Factor (Rf) 0,2 – 1,0. Nilai Rf 1 pada fraksi pertama teridentifikasi sebagai pigmen b karoten, nilai Rf 0,6 dan 0,5 pada fraksi 2 dan 3 merupakan indikator pigmen klorofil, nilai Rf 0,4 berwarna abu-abu merupakan jenis pigmen feofitin, sedangkan pada nilai Rf 0,3 dan 0.2 berwarna kuning merupakan indikator jenis pigmen lutein (xantofil).*

***Kata kunci :*** *pigmen; Kromatografi Lapis Tipis*

***ABSTRACT***

*Macroalgae live on the bottom of the waters where sunlight can still penetrate like land plants. Like macro algae in general, green algae have chlorophyll or other accessory pigments that are used for photosynthesis. This color composition is used to classify the types of macroalgae. The purpose of this study was to determine the composition of the types of pigments contained in green algae. This research was conducted in September - November 2021 in Bolok Marine Waters, Kupang Regency. The identification process of algae species and pigment extraction was carried out at the Biology Laboratory of Artha Wacana Christian University Kupang, Thin Layer Chromatography (TLC) and Spectrophotometric Methods were used to identify pigment types. The results of the collection found three species of green algae: Ulva lactuca, Ulva reticulata, and Halimeda opuntia, these three types of algae were found in the intertidal zone which is still influenced by tides. Thin Layer Chromatography results for these three green algae obtained 4 - 5 fractions with a range of Retention Factor (Rf) value 0.2 – 1.0. The Rf value of 1 in the first fraction was identified as b-carotene pigment, the Rf value of 0.6 and 0.5 in fractions 2 and 3 was an indicator of chlorophyll pigment, the gray Rf value of 0.4 is a type of pheophytin pigment, while the Rf value of 0 The yellow ,3 and 0.2 are indicators of the type of lutein pigment (xanthophyll).*

***Keywords:*** Pigment; Thin layer chromatography

# PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang dikelilingi oleh lautan, dengan panjang garis pantai  ± 81.000 km dengan luas perairannya mencapai ± 6.846.000 km². Selain sumberdaya ikan, makroalga laut termasuk salah satu sumber daya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia. Luas wilayah yang menjadi habitat alga laut di Indonesia mencapai 1,2 juta hektar atau terbesar di dunia. Alga laut dari kelas alga merah (Rhodophyceae) menempati urutan terbanyak dari jumlah jenis yang tumbuh di perairan laut Indonesia yaitu sekitar 452 jenis, setelah itu alga hijau (Chlorophyceae) sekitar 196 jenis dan alga coklat (Phaeophyceae) sekitar 134 jenis. Hal ini menunjukkan bahwa di wilayah perairan Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkankomoditas alga laut dan memanfaatkan kekayaan sumber daya tersebut. Diantara semua jenis alga laut, *Kappaphycus alvarezii* dari golongan alga merah, *Sargassum* dari kelompok alga coklat serta alga hijau jenis *Caulerpa* adalah jenis alga  yang dapat tumbuh secara alami di perairan Indonesia dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia. (Bahar, 2017).

Makro alga biasanya hidup di dasar perairan yang dapat tertembus cahaya matahari seperti layaknya tanaman darat pada umumnya, makro alga juga memiliki klorofil atau pigmen warna yang lain. Warna inilah yang menggolongkan jenis makro alga. Makro alga termasuk dalam golongan tanaman tingkat rendah dan anggota alga atau tanaman yang memiliki klorofil atau zat hijau daun. Rumput laut diketahui kaya nutrisi esensial, seperti asam amino, enzim, asam nukleat, mineral, dan vitamin A, B, C, D, E, dan K (Abumie, 2007 *dalam* Bachrir, 2015).

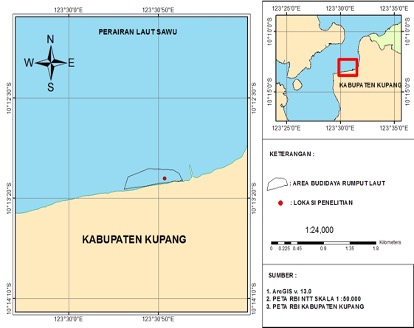
Selain sebagai bahan makanan makro makro alga juga sudah banyak dimanfaatkan untuk keperluan medis karena mengandung zat antioksidan sehingga sangat baik untuk kesehatan. Zat warna atau pigmen pada tumbuhan mempunyai berbagai manfaat bagi manusia seperti aktivitas biologis sebagai anti oksidan, anti kanker, anti obesitas, anti-diabetes, anti inflamasi, anti bakteri, serta pelindung organ dalam tubuh (Renhoran *dkk,* 2017). Setiap spesies alga, masing-masing memiliki jenis pigmen fotosintesis yang berbeda-beda, sehingga jenis warna cahaya yang diserap juga berbeda-beda untuk tercapainya proses fotosintesis yang optimal. Proses fotosintesis yang optimal, pada akhirnya akan berpengaruh langsung terhadap seluruh proses biologis dari alga tersebut, seperti pertumbuhan maupun kandungan karotenoidnya.

Wilayah perairan di Kabupaten Kupang, khususnya di Perairan Bolok di Desa Bolok Kecamatan Kupang Barat, merupakan salah satu kawasan perairan yang memiliki kelimpahan makroalga diantaranya jenis *Eucheuma cottonii*, *Gracilaria, Ulva, Sargassum, Padina* dan jenis alga lainnyatumbuh secara alami di lokasi tersebut. Sejauh ini belum ada suatu kajian yang mendalam tentang komposisi jenis pigmen dari makroalga, sehingga hasil penelitian ini akan memberikan informasi yang sangat baik khusus mengenai komposisi jenis pigmen alga hijau yang diperoleh dari pantai Bolok.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi pigmen makroalga hijau  yang ditemukan di Perairan Pantai Bolok

# METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - November 2021. Lokasi pengambilan sampel di Perairan Bolok, Kabupaten Kupang, identifikasi dan ekstraksi pigmen dilaksanakan di Laboratorium Eksakta dan Biologi, Universitas Kristen Artha Wacana Kupang.



Gambar 1. Lokasi penelitian

**Metode penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Survei, Metode Kromatografi Lapis Tipis ( KLT ) dan Metode Spektrofotometri. Sedangkan teknik pengambilan data sampel *alga*  dilakukan secara purposive.

**Prosedur penelitian**

Tahap – tahap pengambilan sampel dan penelitian di Laboratorium adalah sebagai berikut:

**Tahap persiapan**

Melakukan survei lokasi penelitian dan menyiapkan alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian

**Tahap pelaksanaan**

1. Makro alga dikoleksi dan dengan wadah tertutup dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi dan   proses ekstraksi.
2. Ekstraksi pigmen dilakukan dengan analisis komposisi pigmen sampel yang digunakan sebanyak 20 gr, kemudian sampel dipotong kecil-kecil kemudian dihaluskan menggunakan mortal, lalu dilarutkan dengan Aseton sebanyak 50 ml kemudian dimaserasi dalam Erlenmeyer selama 1 x 24 jam.
3. Sampel disaring dengan kertas Whatman dan dimasukan menggunakan corong ke dalam Erlenmeyer, setelah itu sampel hasil filtrasi kemudian dipindahkan kedalam tabung reaksi.
4. Sample kemudian ditambahkan petroleum eter atau hexane sebanding dengan jumlah sampel, kemudian dibilas dengan Aquades pada labu pemisah sebanyak tiga kali.
5. Hasil ekstraksi dilanjutkan dengan Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT), dalam uji KLT ini plat yang digunakan dimodifikasi dengan ukuran panjang 10 cm dan lebar 2 cm, kemudian ditentukan titik awal untuk ditotol sampel.
6. Sampel diambil dengan pipet mikro, lalu ditotol di plat KLT pada titik yang sudah ditentukan. Dalam menentukan eluen yang digunakan adalah larutan Aseton, Petroleum Eter, dan N-Heksana dengan perbandingan 2 : 3 : 6 (v/v/v).
7. Hasil dari uji KLT kemudian tentukan spot-spot pigmen berdasarkan warna yang muncul pada plat silika. Masing-masing pigmen dipisahkan lalu diisolasi kedalam tabung reaksi dan dilarutkan dengan larutan Aseton 3 ml.

**Analisis Data**

Analisis data masing-masing pigmen dilakukan dengan panjang gelombang yang berbeda - beda, pada panjang gelombang 350 - 550 nm untuk pigmen karoten dan xantofil, sedangkan untuk pigmen total dan jenis – jenis pigmen klorofil digunakan panjang gelombang 350-700 nm. Analisis data selanjutnya digunakan deskriptif kualitatif.

Penentuan nilai Rf dengan membagi jarak yang ditempuh zat terlarut dengan jarak yang ditempuh pelarut.

RF

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Deskripsi lokasi penelitian**

Desa Bolok merupakan desa yang berada di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang. Luas wilayah Desa Bolok adalah 521 ha, keadaan penduduk yang berdomisili di Desa Bolok adalah penduduk yang heterogen karena terdiri dari berbagai suku dengan mayoritas penduduk berasal dari suku Rote, Sabu, Alor, Bugis, Flores, Sumba, dan Jawa (Toi, 2019).

Kawasan perairan yang berada di Desa Bolok, Kabupaten Kupang, yang memiliki potensi perikanan tangkap maupun budidaya dan merupakan dominan pantai berbatu dengan substrat dasar berupa pasir, pasir berlumpur, dan berkarang. Pantai ini memiliki potensi ikan ikan, kerang – kerangan, terumbu karang, lamun dan makroalga yang tumbuh tersebar sepanjang pesisir pantai Bolok. Lokasi Pantai Bolok terdapat Pelabuhan Ferry Bolok, Pelabuhan Polair, dan Pelabuhan rakyat, terdapat pemukiman penduduk disekitarnya. Selain aktivitas menangkap ikan, penduduk sekitar Bolok juga melakukan usaha budidaya rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii*, yang dibudidaya dengan metode patok.

**Koleksi Sample Makro alga Hijau**

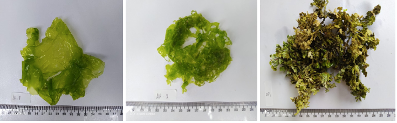
Sampel yang dikoleksi berasal dari zona intertidal perairan Bolok. Sample dikoleksi pada saat air surut. Jenis – jenis alga hijau yang dikoleksi disajikan dalam Gambar 2. Hasil koleksi kemudian diidentifikasi dan diperoleh tiga  jenis makroalga yang disajikan dalam Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Jenis Makro alga Hijau di Perairan Pantai Bolok

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Devisi** | **Kelas** | **Ordo** | **Family** | **Genus** | **Spesies** |
| Clorophyta | Ulvophyceae | Ulvales | Ulvaceae | *Ulva* | *Ulva lactuca* |
| Ulvophyceae | Ulvales | Ulvaceae | *Ulva* | *Ulva reticulata* |
| Clorophyceae | Bryopsidales | Halimedaceae | *Halimeda* | *Halimeda opuntia* |

Koleksi makro alga hijau yang diperoleh antara lain adalah species *Ulva lactuca, Ulva reticulata, dan Halimeda opuntia*, ketiga jenis alga ini ditemukan di zona intertidal yang masih dipengaruhi oleh pasang surut. Alga hijau *Ulva* sp, mendominasi hampir seluruh perairan Bolok. Hal ini juga merupakan salah satu indikator bahwa kondisi perairan tersebut mulai tercemar, kondisi ini dibuktikan dengan terdapatnya Pelabuhan Ferry, dengan aktivitas penumpang, penjual dan juga pemukiman penduduk yang membuang limbah rumah tangga ke laut.

Selain alga hijau ditemukan juga alga coklat dan alga merah. kelas Phaeophyceae ditemukan tiga spesies berbeda yaitu spesies *Dictyota dichotoma, Pandina australis* dan *dan Sargassum polycystum,* sedangkan alga merah yang ditemukan adalah spesies *Laurencia papillosa, Acanthophora spicifera dan Gracilaria* sp*.* Semua alga yang ditemukan ditemukan melekat pada substrat bebatuan dan pasir berasosiasi dengan lamun. Kepel (2019) di Perairan Kora – Kora, Kabupaten Minahasa, menemukan enam spesies alga coklat yang tumbuh di sepanjang pesisir pantai yang  terdapat ekosistem lamun (seagrass).



*Ulva lactuca  Ulva reticulata  Halimeda opuntia*

*Gambar 2. Makro alga Chlorophyta*

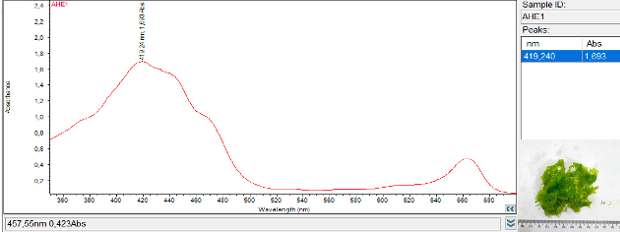
**Ekstrak Pigmen Klorofil Total**

Proses ekstraksi pigmen klorofil total alga hijau digunakan pelarut aseton, dimaserasi selama 24 jam. Hasil maserasi ini diperoleh warna hijau pekat. Setelah melalui proses penyaringan dan pembilasan sampel dispektrofotometer untuk diketahui kisaran panjang gelombang dan nilai absorbansinya.

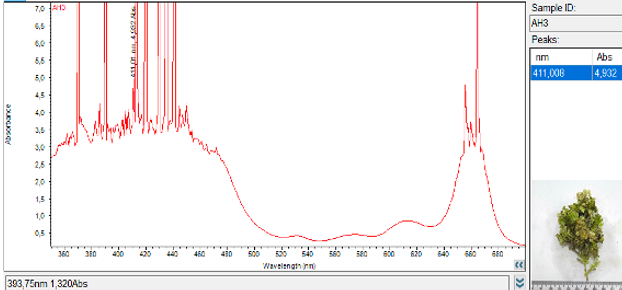
Hasil spektrofotometer jenis alga hijau disajikan berturut – turut pada Gambar (3 a, b, c)

**

*(a)*

**

*(b)*

**

*(c)*

*Gambar 3. Spectrogram Pigmen  Klorofil Total alga hijau (a) Ulva lactuca, (b)Ulva reticulata, (c) Halimeda opuntia.*

Spectrogram pigmen total spesies *Ulva lactuca* (Gambar 3-a) diperoleh 2 puncak utama yaitu puncak pertama terbaca pada panjang gelombang 408,33 nm dengan nilai absorbans 0,022, sedangkan puncak kedua pada panjang gelombang 670,0 nm dengan nilai absorbansi 0,15.

Spectrogram pigmen total spesies *Ulva reticulata* (Gambar 3-b) terlihat beberapa puncak antara, namun diperoleh 2 puncak utama yaitu puncak pertama terbaca pada panjang gelombang 419,24 nm dengan nilai absorbans 1,693, sedangkan puncak kedua pada panjang gelombang 665,0 nm dengan nilai absorbansi 0,5.

Sedangkan spectrogram pigmen total spesies *Halimeda opuntia* terlihat beberapa puncak antara pada kisaran panjang gelombang 350 – 450 nm dan pada kisaran panjang gelombang 650 – 670 nm, namun diperoleh 2 puncak utama yaitu puncak pertama terbaca pada panjang gelombang 419,24 nm dengan nilai absorbans berada pada nilai 3,0 sampai dengan 7,0.

Detail panjang gelombang pigmen total makro alga hijau disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Sebaran Panjang Gelombang Pigmen Total

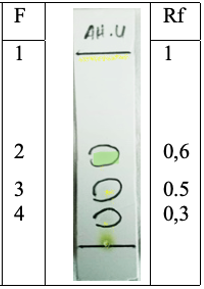
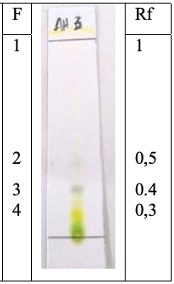
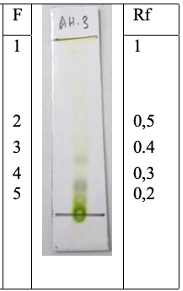
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Spesies** | **Puncak Gelombang (nm)** | **Absorbansi** |
| *Ulva lactuca* | *408.33* | 0,417 |
| *Ulva reticulata* | *419.24* | *1.693* |
| *Halimeda opuntia* | *411.008* | *4.932* |

Paransa et.al 2014 memperoleh ekstrak pigmen total alga coklat Sargassum polycystum (C.Agardh) dalam pelarut petroleum eter dibagi menjadi dua bagian: bagian yang pertama digunakan untuk serapan spektrofotometer dan dilanjutkan dengan analisis kromatografi lapis tipis, sedangkan bagian ekstrak yang lain diekstraksi lanjut berdasarkan beda pelarut. Ekstrak yang berwarna hijau diasumsikan mengandung pigmen klorofil maka serapan spektrofotometer dilakukan di antara panjang gelombang 350-700 nm. Kisaran serapan panjang gelombang yang diperoleh Paransa et.al (2014) pada ekstrak Sargassum polycystum berada antara 375.3 – 661.2 nm. Jika dibandingkan dengan penelitian ini serapan panjang gelombang maksimum ketiga alga cokelat yang diekstrak berada dalam kisaran 350 – 700 nm, sama hasilnya yang diperoleh Paransa et.al. 2014.

Dari informasi yang diperoleh belum dapat diidentifikasi jenis pigmen yang terkandung pada alga coklat yang dikoleksi. Hasil ekstraksi dan spektogram yang diperoleh diasumsikan masih terjadi pencampuran jenis pigmen sehingga belum dapat diidentifikasi jenis-jenis pigmennya. Dinyatakan sebagai pigmen total, karena pada fase ini masih terdapat sejumlah pigmen dalam ekstraksi pigmen total tersebut. Menurut Britton et.al (1995) bahwa pencampuran jenis pigmen dari suatu ekstraksi harus dipisahkan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dengan menggunakan larutan pengemban tertentu. Pendapat ini diperkuat dengan pendapat Mantiri (1997), bahwa pemisahan senyawa karotenoid dengan senyawa lainnya dapat digunakan pengembang semipolar seperti petroleum eter dan aseton dengan rasio 80 : 20.

**Kromatografi Lapis Tipis**

Proses ekstraksi diperoleh pigmen total, dikatakan pigmen total karena pada fase ini masih terdapat sejumlah pigmen dalam ekstrak pigmen  tersebut. Untuk mengetahui komposisi pigmen yang terkandung dalam pigmen total tersebut dilakukan proses isolasi melalui kromatografi lapis tipis (Gambar 4).

(a) (b) (c)  
Gambar 4. Kromatografi Lapis Tipis alga alga hijau (a) Ulva lactuca, (b)Ulva reticulata, (c) Halimeda opuntia

Tabel 4. Hasil Analisis Kromatografi Lapis Tipis Alga Hijau

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Fraksi** | **Nilai Rf** | **Warna** | **Jenis Pigmen** |
| 1 | 1.0 | Kuning | β karoten |
| 2 | 0.6 | Hijau Abu-abu | Tipe Feofitin |
| 3 | 0.5 | Hijau | Klorofil a |
| 4 | 0.4 | Hijau kuning | Klorofil a |
| 5 | 0.3 – 0,2 | Orange, kuning | Xantofil, Tipe lutein |

Gambar 4 (a), Kromatografi Lapis Tipis Spesies *Ulva lactuca* diperoleh beberapa Fraksi dengan nilai Retention Faktor (Rf) 1 yang merupakan indikator dari pigmen β karoten, Rf 0,6 pada fraksi 2 merupakan indicator pigmen klorofil a, sedangkan nilai Rf 0,5 berwarna abu-abu merupakan jenis pigmen feofitin, sedangkan pada nilai Rf 0,3 berwarna kuning indicator jenis pigmen xantofil.

Gambar 4 (b) hasil Kromatografi Lapis Tipis spesies *Ulva reticulata* diperoleh empat Fraksi dengan Nilai Retention Faktor (Rf) 1 yang merupakan indikator dari pigmen β karoten, Rf 0,5 pada fraksi 2 merupakan indicator pigmen klorofil a, sedangkan nilai Rf 0,4 berwarna abu-abu merupakan jenis pigmen tipe feofitin, sedangkan pada nilai Rf 0,3 berwarna kuning indicator jenis pigmen xantofil.

Gambar 4 (c) hasil Kromatografi Lapis Tipis Spesies *Halimeda opuntia* diperoleh 5 Fraksi dengan Nilai Retention Faktor (Rf) 1 yang merupakan indikator dari pigmen β karoten, Rf 0,6 pada fraksi 2 merupakan indicator pigmen klorofil a, sedangkan nilai Rf 0,4 berwarna abu-abu merupakan jenis pigmen tipe feofitin, sedangkan pada nilai Rf 0,3 dan 0,2 berwarna kuning indicator jenis pigmen xantofil dan tipe lutein.

Pigmen feofitin yang ditemukan dalam penelitian ini merupakan pigmen klorofil yang mengalami degradasi. Kusmita (2009) menyatakan bahwa Feofitinisasi merupakan proses pembentukan feofitin yang merupakan salah satu produk degradasi dari klorofil yang kehilangan logam Mg pada cincin makrosiklik.

Paransa et.al (2014), dari hasi ekstraksi lanjut alga cokelat*, Sargassum polycystum*, dengan pelarut petroleum eter yang ditambahkan metanol terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan bawah ekstrak dalam Dietil Eter (DE) dan lapisan atas ekstrak dalam Petroleum Eter (PE). Hasil pemisahan berdasarkan Beda Pelarut pada ekstrak pigmen total, dihasilkan empat macam ekstrak yaitu ekstrak β-karoten, xantofil (zeaxanthin dan Lutein), klorofil a dan klorofil c. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan, hasil pemisahan diperoleh beberapa jenis pigmen yang sama yaitu β-karoten, klorofil a, tipe feofitin, xantofil (tipe Lutein). Sedangkan Pesang et.al (2020) pada penelitiannya di Pantai Tablolong diperoleh 13 spot dengan nila Rf (0.1 – 1.0) pada alga cokelat *Padina australis*.

# KESIMPULAN

Hasil penelitian di perairan Pantai Bolok ditemukan tiga spesies alga hijau dari Devisio Chlorophyta yaitu spesies *Ulva lactuca, Ulva reticulata* dan *Halimeda opuntia*.Komposisi Pigmen dengan Kromatografi Lapis Tipis diperoleh 4 – 5 Fraksi dengan jenis pigmen β-karoten, pada Rf 1,0 sedangkan pigmen klorofil berada antara Rf 0,5 – 0,6, tipe feofitin berada antara Rf 0,4 – 0,5 sedangkan beberapa golongan pigmen xantofil dan tipe lutein ditemukan pada nilai Rf. 0,2 – 0,3.

# UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak Universitas Kristen Artha Wacana yang telah memberikan dana penelitian melalui skema Penelitian Unggulan Universitas

# DAFTAR PUSTAKA

Agustini, N. W. S. 2017. Kemampuan Pigmen Karoten dan Xantofil Mikroalga *Prophyridium crunetum* Sebagai Antioksidan Pada Domba. PUSLIT Bioteknologi LIPI. Bogor. Jawa Barat.

Atmanegara, P. 2014. Analisa Perbandingan Kandungan Klorofil Menggunakan Indeks Vegetasi Dengan Data Hymap. Skripsi. Jurusan Teknik Geomatika. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November.

Bachrir, S.R. 2015. Pertumbuhan dan Kualitas Rumput Laut (Caulerpa Racemosa) Yang Dipapar Dengan Warna Cahaya Berbeda. Skripsi. Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar.

Bahar, S.H.A. 2017. Uji Daya Hambat Ekstrak Alga Hijau Spesies *Caulerpa racemosa* dan Caulerpa Lentilifera Terhadap Bakteri Saluran Akar Gigi Anak. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar.

Helwandi, I. R. 2016. Validasi Metode Spektrofotometri UV-Vis Analisis Tiga Panjang Gelombang Untuk Penetapan Kadar Tablet Prednison Yang Mengandung Zat Pewarna. Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Airlangga. Departemen Kimia Farmasi. Surabaya. Jawa Timur.

Hidayah, T. 2013. Uji Stabilitas Pigmen dan Antioksidan Hasil Ekstraksi Zat Warna Alami Dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus undatus*). Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Jawa Tengah.

Kase, A.G.O. 2001. Analisis Populasi Serta Kandungan Nutrisi dan Pigmen Berdasarkan Pertumbuhan Alga Hijau *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh di Perairan Pantai Tongkeina Manado Sulawesi Utara. Tesis. Program PascaSarjana Universitas Sam Ratulangi Manado. Sulawesi Utara.

Merdekawati, W., dan A.B. Susanto. 2009. Kandungan dan Komposisi Pigmen Rumput Laut Serta Potensinya Untuk Kesehatan. *Jurnal* Squalen 4 (2): 41-47.

Merdekawati, W., Karwur, F. Ferry. A.B. Susanto. 2017. Karotenoid Pada Algae: Kajian Tentang Biosintesis Distribusi Serta Fungsi Karotenoid. Bioma 13. Literature Review. Jawa Tengah.

Mustofa. 2013. Efek Spektrum Terhadap Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Skripsi. Jurusan Fisika. Universitas Jember. Jawa Timur.

Mutmainnah. 2017. Pengaruh Kondisi Lingkungan dan Penanganan Prakonsumsi Terhadap Aktioksidan *Caulerpa racemosa*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar.

Ngginak, J., M. D. Pesang., A. G. O. Kase dan C. L. B. Bisilissin., 2020. Komposisi Pigmen pada *Ulva* sp, Padina Australis, Hypnea sp dari Pantai Tablolong Provinsi Nusa Tenggara Timur. Jurnal Kelautan Tropis.

Nurdiani, D. 2018. Buku Informasi Melaksanakan Analisis Secara Kromatografi Konvensional Mengikuti Prosedur. Hal. 3-6.

Putnarubun, C. dan R. Y. Valentine. 2020. Pigmen Klorofil Pada Alga Caulerpa sp. Di Kepulauan Kei. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan. Politeknik Perikanan Negeri Tual Maluku Tenggara. Maluku.

Rahmi, N. 2017. Kandungan Klorofil Pada Beberapa Jenis Tanaman Sayuran Sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan. Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Aceh.

Renhoran, M., Noviendri. D., Setyaningsih. I., Uju. 2017. Ekstraksi dan Purifikasi Fukosantin dari *Sargassum* sp. Sebagai Anti-acne. Jurnal. Pengolahan Hasil Perikanan. Indo. 20(2):370-379 doi: 10. 17844/jphpi.v20i. 18105

Rosang, I. C., dan B. Th. Wagey., 2016. Penentuan Kandungan Pigmen Klorofil Pada Lamun Jenis *Halophila ovalis* di perairan Malalayang. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis. Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi Manado. Sulawesi Utara.

Taqiyuddin, M. Z. 2015. Analisa 𝜷-Karoten Pada Wortel (*Daucus carota*) Dengan Menggunakan Spektrofotometer Tampak. Program Diploma. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro Semarang. Jawa Tengah.

Toi, A. M. 2019. Gambaran Pengetahuan, Sikap, dan Perilaku Ibu Tentang Penggunaan Garam Beryodium di Desa Bolok Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. Politeknik Kesehatan, KEMENKES Kupang.

Kepel. R.C., Mantiri D. M. H. 2019. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Kora-Kora, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa Jurnal Ilmiah Platax Vol. 7(2) Juli – Desember 2019. ISSN: 2302-3589, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia

Rajakumari. K., Ridhanya. J. 2021. Algae- Pollution Indicator and Control *Research J. Pharm. and Tech. 14(1): January 2021* ISSN 0974-3618 (Print) www.rjptonline.org 0974-360X (Online) Department of Bio-Engineering, School of Engineering, Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies (VISTAS), Pallavaram, Chennai-117, Tamil Nadu, India.

Sedjati. S., Supriyantini. E., Ridlo. A., Soenardjo N., Santi. V.Y. 2018 Kandungan Pigmen, Total Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan *Sargassum* sp. Jurnal Kelautan Tropis November 2018 Vol. 21(2): 137-144 ISSN 0853-7291 Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Jl. Prof. Soedarto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275.

Julia L. Kalalo. J.L., Mantiri. D. Rimper. J. 2014. Analisis Jenis-Jenis Pigmen Alga Coklat *Padina australis* Hauck dari Perairan Laut Sulawesi. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis Volume 1 Nomor 1 Tahun 2014. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado

Paransa D.S.J., Kemer K., Rumengan. A. P., Mantiri .M.H.D. 2014. Analisis Jenis Pigmen dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Pigmen Xantofil pada Alga Coklat *Sargassum polycystum* (C.Agardh) Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi Volume 1 Nomor 1 Oktober 2014 Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unsrat.

Mantiri, D.H.M. 1997. Nature, Localization et Metabolisme des Carutenoides et des Complexs Caruteno Proteiques au Cours de Levolution Embryonnaire et Larvaire du Hommard European Humorus Gammarus (Linne 1758). Universite de Droit, D'Economic et des Sciences. D'aix Marseille Faculte des Sciences et Techniques de Saint Gerome. 154 hal

Britton G., S. Liagen – Jansen and H. Pfander. 1995. Carotenoids. Volume 1B. Spectroscopy. Basel, Switzerland.

Pesang. M.D., Ngginak. J., Kase. A.G.O., Bisilissin. C.L.B. 2020. Komposisi Pigmen pada *Ulva* sp., *Padina australis* dan *Hypnea* sp. dari Pantai Tablolong Provinsi Nusa Tenggara Timur Jurnal Kelautan Tropis Juni 2020 Vol. 23(2):225-233 P-ISSN : 1410-8852 E-ISSN : 2528-311. Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Kristen Artha Wacana, Oesapa, Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85228 Indonesia