

**ISOLASI SENYAWA POLISAKARIDA (Fukoidan, Laminaran, dan Alginat)
PADA ALGA COKLAT
*Sargassum Duplicatum***

**LAPORAN SKRIPSI
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

OLEH :

**LAILATUS SAIDAH A.S
0410830047**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
MALANG
2008**



**ISOLASI SENYAWA POLISAKARIDA (Fukoidan, Laminaran, dan Alginat)
PADA ALGA COKLAT
*Sargassum Duplicatum***

Oleh :

**LAILATUS SAIDAH A.S
NIM. 0410830047**

Dosen Penguji I

(DR.Ir. Happy Nursyam, MS)

Tanggal :

Dosen Penguji II

(Ir. Titik Dwi S, MP)

Tanggal :

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Ir. BAMBANG BUDI S, MS)

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Ir. ANIES CHAMIDAH, MP)

Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)

Tanggal :

RINGKASAN

LAILATUS SAIDAH A.S. ISOLASI SENYAWA POLISAKARIDA (Fukoidan, Laminaran, dan Alginat) PADA ALGA COKLAT *Sargassum duplicatum*. Dibawah bimbingan Ir. Bambang Budi S, MS dan Ir. Anies Chamidah, MP.

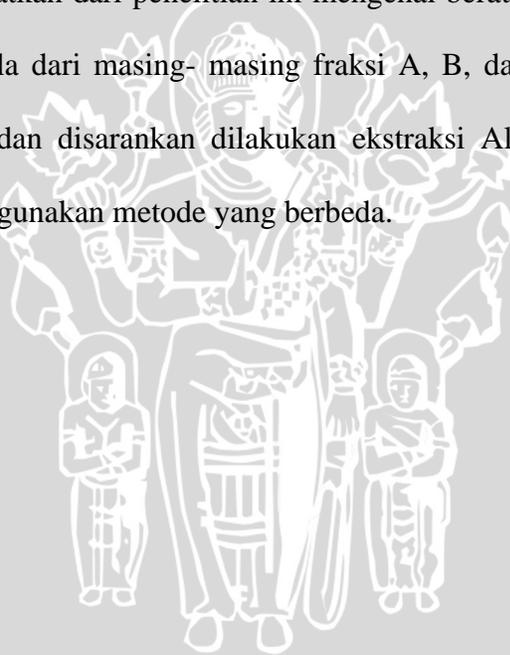
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari- Februari 2008 di Laboratorium Biokimia Fakultas Perikanan dan Kelautan, Laboratorium Kimia organik , dan Laboratorium Kimia Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Laboratorium Pengujian mutu dan keamanan pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengisolasi senyawa polisakarida (Fukoidan, Laminaran, dan Alginat) yang terkandung pada alga coklat jenis *Sargassum duplicatum*.

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif. Metode deskriptif adalah bentuk atau tipe penelitian untuk pencarian fakta dengan interpretasi yang tepat. Metode ekstraksi yang digunakan menggunakan metode Rioux, *et al*, (2007), yang dimodifikasi dengan melakukan pengeringan terlebih dahulu terhadap sampel *Sargassum duplicatum*. Parameter yang di uji kan adalah menggunakan FT IR (*Fourier Transform Infra Red*), uji Total Gula menggunakan metode *Anthrone*, dan kadar Zn dengan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*). Sedangkan untuk bahan baku *Sargassum duplicatum* dilakukan pengujian kadar Pb menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*), kadar abu dan kadar air.

Hasil dari penelitian yaitu bahan baku alga coklat *Sargassum duplicatum* yang di gunakan dalam penelitian memiliki kadar abu rata- rata sebesar $20,23 \pm 0,06$ %, dengan kadar air rata- rata sebesar $85,35 \pm 0,2$ % dan dengan kadar Pb sebesar $0,4 \pm 0,02$ mg./kg.

Dari hasil ekstraksi alga coklat *Sargassum duplicatum* menghasilkan 3 fraksi A, B, dan C, dimana fraksi A diperkirakan identik dengan fukoidan dengan nilai kadar total gula sebesar 2,24%/100 ml dan kadar Zn sebesar $0,0290 \pm 0,03$ mcg, fraksi B diperkirakan identik dengan Laminaran dengan nilai kadar total gula sebesar 1,45%/100 ml dan kadar Zn sebesar $0,0067 \pm 0,00$ mcg, dan fraksi C yang diperkirakan identik dengan Alginate dengan nilai kadar total gula sebesar 2,8%/100 ml dimana untuk kadar Zn tidak terdeteksi.

Dari hasil Penelitian disarankan dilakukan Identifikasi lebih lanjut terhadap polisakarida yang di dapatkan dari penelitian ini mengenai berat molekul dan struktur, serta komposisi jenis gula dari masing- masing fraksi A, B, dan C dari Alga Coklat *Sargassum duplicatum*, dan disarankan dilakukan ekstraksi Alga Coklat *Sargassum duplicatum* dengan menggunakan metode yang berbeda.



KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah S.W.T atas segala rahmat dan hidayah-Nya, hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Bambang Budi S, MS selaku dosen pembimbing I atas bimbingan dan arahnya.
2. Ir. Anies Chamidah, MP selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, keasabaran dan semangatnya yang selalu menjadi inspirasi.
3. DR.Ir. Happy Nursyam, MS selaku dosen penguji atas evaluasi dan saranya.
4. Ir. Titik Dwi S, MP selaku dosen penguji atas evaluasi dan sarannya.
5. Staf Laboratorium Biokimia fakultas perikanan universitas brawijaya Malang.
6. Ayah dan Ibu, serta keluarga besarku atas materi, doa serta didikannya.
7. semua pihak yang telah membantu penulis sehingga laporan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Menyadari adanya keterbatasan pengetahuan, referensi dan pengalaman, penyusun mengharapkan saran dan masukan agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik.

Akhirnya harapan penyusun semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 2 Mei 2008

Penyusun,

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Tempat dan Waktu	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Rumput Laut	5
2.2 Alga Coklat	7
2.3 <i>Sargassum</i> sp	8
2.4 Polisakarida	10
2.4.1 Alginat	12
2.4.2 Laminaran	16
2.4.3 Fukoidan	17
2.5 FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	24
2.6 Mineral Seng (Zn)	25
2.7 Logam Berat Timbal (Pb)	26
2.8 Kadar Abu	27
2.9 Kadar Air	28
3. MATERI DAN METODE	
3.1 Materi Penelitian	30
3.1.1 Bahan Baku	30
3.1.2 Bahan Kimia	30
3.1.3 Peralatan Penelitian	30
3.2 Metode Penelitian	30
3.3 Prosedur Penelitian	31
3.3.1 Ekstraksi <i>Sargassum duplicatum</i>	31
3.3.2 Parameter Uji Kandungan Senyawa Polisakarida	36

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

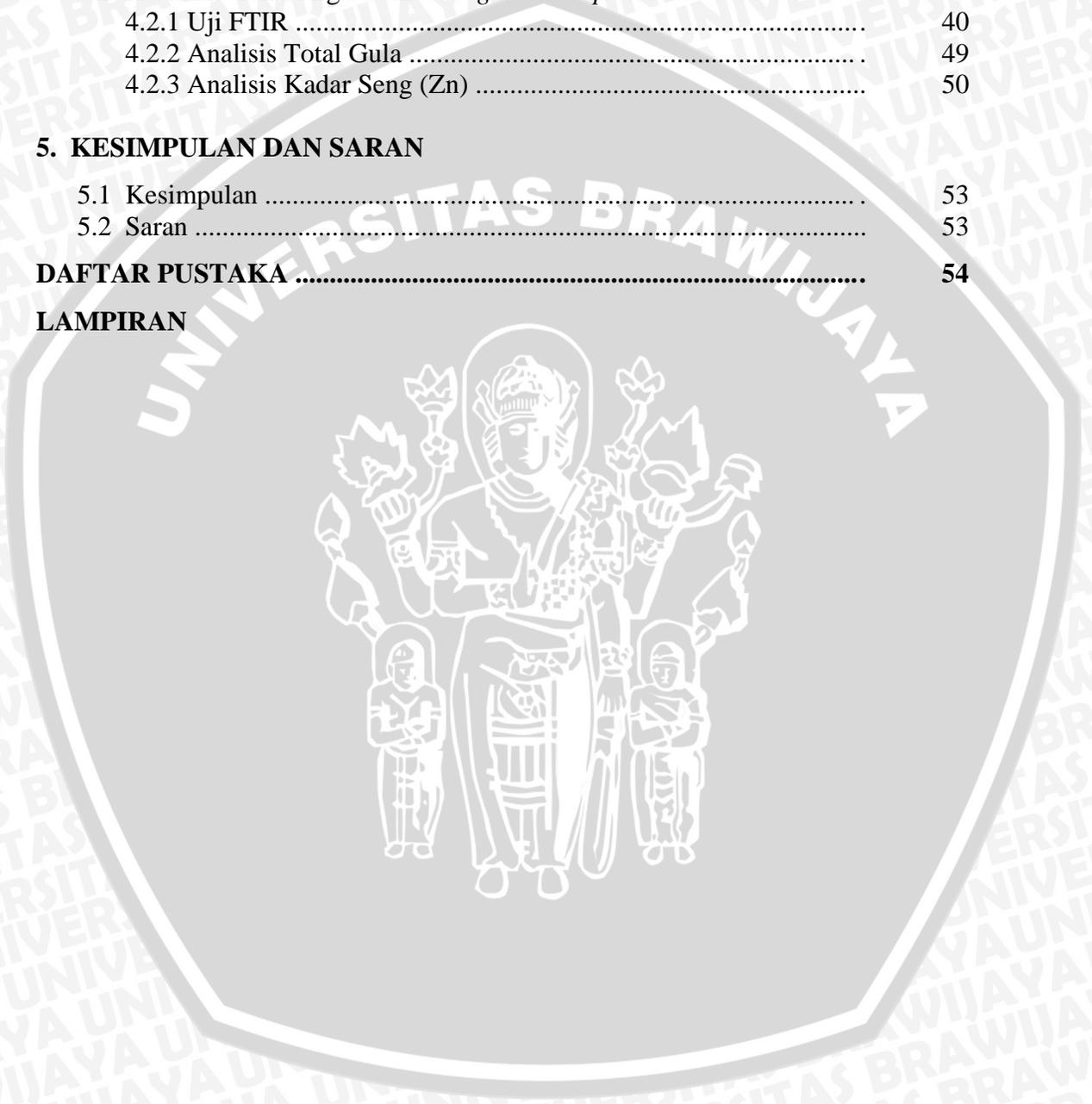
4.1 Kondisi Bahan Baku	37
4.1.1 Analisis Kadar Abu	37
4.1.2 Analisis Kadar Air	38
4.1.3 Analisis Kadar Timbal (Pb)	38
4.2 Hasil Ekstraksi Alga Coklat <i>Sargassum duplicatum</i>	39
4.2.1 Uji FTIR	40
4.2.2 Analisis Total Gula	49
4.2.3 Analisis Kadar Seng (Zn)	50

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53

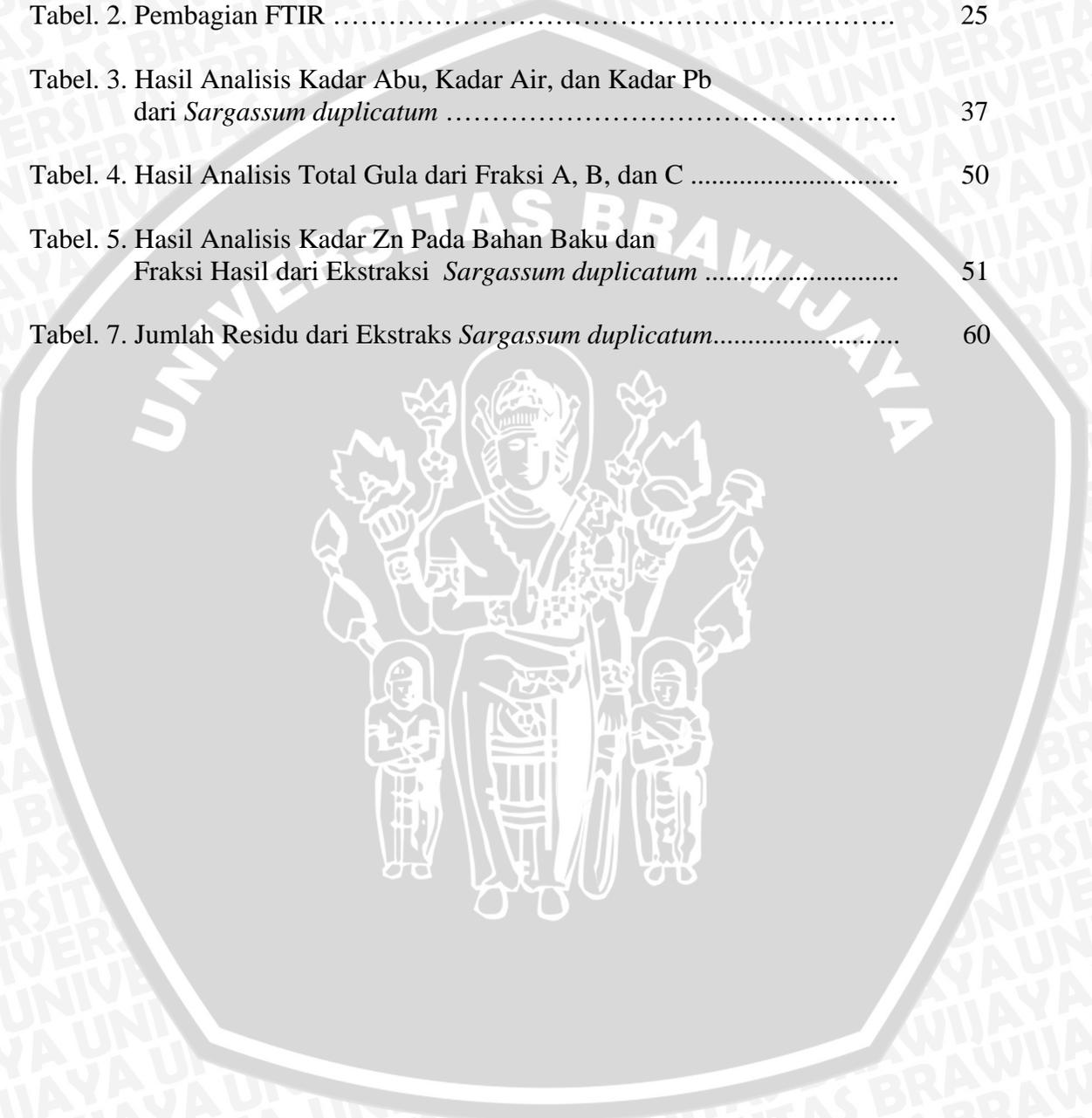
DAFTAR PUSTAKA	54
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel. 1. Kandungan <i>Trace Element</i> Pada <i>Phaeophyceae</i> (Alga Coklat)	6
Tabel. 2. Pembagian FTIR	25
Tabel. 3. Hasil Analisis Kadar Abu, Kadar Air, dan Kadar Pb dari <i>Sargassum duplicatum</i>	37
Tabel. 4. Hasil Analisis Total Gula dari Fraksi A, B, dan C	50
Tabel. 5. Hasil Analisis Kadar Zn Pada Bahan Baku dan Fraksi Hasil dari Ekstraksi <i>Sargassum duplicatum</i>	51
Tabel. 7. Jumlah Residu dari Ekstraks <i>Sargassum duplicatum</i>	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alga Coklat <i>Sargassum duplicatum</i>	9
Gambar 2. Struktur Alginat	12
Gambar 3. Struktur Laminaran	16
Gambar 4. Struktur Fukoidan	18
Gambar 5. Alur Proses Ekstraksi <i>Fucus vesiculosus</i> dari metode Rioux	23
Gambar 6. Alur Proses Ekstraksi <i>Sargassum duplicatum</i>	35
Gambar 7. Hasil Fraksinasi Dari Proses Ekstraksi <i>Sargassum duplicatum</i>	40
Gambar 8. Spectrum FTIR <i>Sargassum duplicatum</i> Fraksi A (3 kali ulangan)	42
Gambar 9. Spectrum FTIR Standart Fukoidan	42
Gambar 10. Spectrum FTIR <i>Sargassum duplicatum</i> Fraksi B (3 kali ulangan)	45
Gambar 11. Spectrum FTIR <i>Sargassum duplicatum</i> Fraksi C (3 kali ulangan)	47
Gambar 12. Spectrum FTIR Standart Alginat	47
Gambar 13. Residu Dari Proses Ekstraksi <i>Sargassum duplicatum</i>	60
Gambar 14. Alat FTIR 8400s ZHIMADZU	62
Gambar 13. SPECAC Tempat Cetakan Pelet dan Sampel	62



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jumlah Residu dan Gambar
 Dari Ekstraksi *Sargassum duplicatum* 60

Lampiran 2. Perhitungan Bahan Kimia
 Yang Digunakan Dalam Penelitian 61

Lampiran 3. Alat FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) 62

Lampiran 4. Prosedur Pengujian Menggunakan FTIR 63

Lampiran 5. Prosedur Pengujian Total Gula 65

Lampiran 6. Prosedur Pengujian Kadar Abu 67

Lampiran 7. Prosedur Pengujian Kadar Air 68



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu makhluk hidup yang tumbuh dan berkembang di laut adalah alga / rumput laut. Didalam alga/ rumput laut terkandung bahan-bahan organik seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral dan juga senyawa bioaktif. Sejauh ini, pemanfaatan alga/ rumput laut sebagai komoditi perdagangan atau bahan baku industri masih relatif kecil dibandingkan dengan keanekaragaman jenis alga/ rumput laut yang ada di Indonesia. Tumbuhan ini bernilai ekonomis tinggi karena penggunaannya yang sangat luas serta komponen yang terdapat dalam alga sangat bermanfaat sebagai bahan baku industri makanan, kosmetik, farmasi dan lain-lain (Anonymous, 2007^a). Salah satu hasil olahan rumput laut yang sampai saat ini paling potensial dan bernilai ekonomis tinggi yaitu polisakarida alga. Beberapa polisakarida alga yang komersial adalah agar, alginat dan karageenan.

Makro alga atau di sebut rumput laut memproduksi produk alami berupa metabolit primer dan metabolit sekunder. metabolit primer umumnya merupakan senyawa polisakarida dan bersifat hidrokoloid seperti karagenan, agar, alginat dan *furcellaran* digunakan sebagai senyawa aditif dalam industri farmasi dan industri pangan dengan berbagai fungsi. Fungsinya meliputi pemberi suspensi, pengemulsi, dan pengental. Metabolit primer lainnya seperti asam-asam amino sebagai sumber gizi (Anonymous, 2007^c). Sedangkan metabolit sekunder merupakan senyawa bioaktif, yang dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai obat.

Senyawa metabolit sekunder merupakan sumber bahan kimia yang tidak akan pernah habis, sebagai sumber inovasi dalam penemuan dan pengembangan obat-obat

baru ataupun untuk menjangkau berbagai kepentingan industri. Metabolit sekunder yang merupakan senyawa *bioactive substances* dikembangkan melalui berbagai penelitian untuk dijadikan obat alternatif. Salah satu unsur yaitu fukoidan adalah komponen biologi aktif yang menarik untuk dikaji. Fukoidan memiliki fungsi yang kompleks diantaranya sebagai antioksidan, anti aging, anti tumor dan anti kanker (Bilan, *et al.*, 2007).

Di Indonesia harga jual rumput laut segar dalam tahun terakhir berkisar antara Rp 700- 2500 / kg. Harga ini sangat rendah sekali apabila dibandingkan dengan produk hasil olahan dari rumput laut yang sangat beragam dan sangat besar manfaatnya dalam berbagai bidang, seperti alginat, karageenan, agar, laminaran, dan fukoidan. Seperti diketahui produk alginat harganya berkisar antara Rp 6000- 9000 / g, sedangkan untuk fukoidan harganya mencapai Rp 45.000 / g (Stevanus, 2007). Jenis alga laut atau rumput laut yang bernilai ekonomis tinggi dan banyak dimanfaatkan adalah Rhodophyceae (*Gracillaria* sp., dan *Eucheuma* sp) dan Phaeophyceae (*Sargassum* sp., *Turbinaria* sp ataupun *Padina* sp) (Atmadja, 1996).

Disisi lain di Jepang terdapat salah satu dari sekian banyak species alga coklat yang merupakan penghasil alginat, fukoidan, iodium, dan berbagai macam vitamin. Bahkan Jepang telah mengembangkan produk dari alga coklat dimana produk tersebut dapat digunakan sebagai obat dari berbagai macam penyakit (Anonymous, 2007^d). Sedangkan Potensi rumput laut yang sangat besar di perairan Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal, diantaranya adalah Phaeophyceae (alga coklat) jenis *Sargassum* sp, dan hampir

tersebar di seluruh perairan Indonesia, namun sampai saat ini belum digali secara optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Potensi alga laut atau rumput laut di Indonesia sangat besar dan belum digali secara optimal. Pengolahan rumput laut masih terbatas menjadi bahan setengah jadi sehingga nilainya masih rendah. Dengan demikian peluang untuk meningkatkan nilai tambah dari rumput laut masih sangat terbuka. Salah satunya adalah Phaeophyceae (alga coklat) jenis *Sargassum duplicatum*.

Dalam dekade terakhir ini, berbagai variasi struktur senyawa polisakarida dan bioaktif yang sangat unik dari isolat alga coklat telah berhasil diisolasi. Namun pengungkapan sumber senyawa polisakarida dan bioaktif dari alga coklat khususnya *Sargassum duplicatum* belum banyak dilakukan.

Oleh karena itu perlu adanya penelitian mengenai rumput laut coklat *Sargassum duplicatum* di Indonesia sehingga nantinya dapat dimanfaatkan berdasarkan jenis senyawa polisakarida yang terkandung didalamnya. Dengan mengetahui jenis senyawa polisakarida yang terkandung pada alga coklat jenis *Sargassum duplicatum* maka akan memudahkan dalam pemanfaatan selanjutnya, baik dalam bidang farmakologi maupun sebagai pangan fungsional. Berdasarkan uraian tersebut diatas, permasalahan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah :

- Senyawa polisakarida apa saja yang terkandung pada alga coklat jenis *Sargassum duplicatum*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- Untuk mengisolasi senyawa polisakarida (Fukoidan, Laminaran, dan Alginat) yang terkandung pada alga coklat jenis *Sargassum duplicatum*.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kegunaan sebagai berikut :

- Memberikan informasi bagi pihak yang berkepentingan mengenai senyawa polisakarida yang terkandung pada alga coklat jenis *Sargassum duplicatum* sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut.
- Memberikan nilai tambah secara ekonomi terhadap nilai jual rumput laut dari Indonesia khususnya *Sargassum duplicatum*.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Fakultas Perikanan dan Kelautan, Laboratorium Kimia organik, dan Laboratorium Kimia Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Laboratorium Pengujian mutu dan keamanan pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang, pada bulan Januari- Februari 2008.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput laut

Rumput laut (*seaweed*) secara biologi merupakan salah satu anggota alga yang merupakan tumbuhan berklorofil. Rumput laut terdiri dari satu atau banyak sel, berbentuk koloni, hidupnya bersifat bentik didaerah perairan yang dangkal, berpasir, berlumpur atau berpasir dan berlumpur dan biasanya menempel pada karang yang mati, potongan kerang dan substrat yang keras lainnya, baik terbentuk secara alamiah atau buatan (artificial). Alga mempunyai bentuk bermacam-macam seperti benang atau tumbuhan tinggi. Ciri utamanya tidak mempunyai alat berupa akar, batang dan daun yang dinding selnya dilapisi lendir. Alga bersifat autotrof, yaitu dapat hidup sendiri tanpa tergantung makhluk hidup lain (Anonymous, 2004^a).

Berdasarkan kandungan pigmennya, alga dikelompokkan menjadi 4 kelas (Anonymous, 2007^b) yaitu:

- 1) Rhodophyceae (alga merah)
- 2) Phaeophyceae (alga coklat)
- 3) Chlorophyceae (alga hijau)
- 4) Cyanophyceae (alga biru hijau)

Berdasarkan hasil Ekspedisi Laut Siboga (1899-1900) telah teridentifikasi 555 jenis rumput laut yang tumbuh diperairan Indonesia. Dari jenis rumput laut yang tersebar di perairan pantai telah dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir sebanyak 23 jenis untuk sayuran dan makanan. Zeneveld pada tahun 1955 telah mencatat 56 jenis rumput laut yang dimanfaatkan sebagai makanan dan obat- obatan. Jenis rumput laut yang banyak dimanfaatkan adalah Rhodophyceae (alga merah) dan Phaeophyceae (alga

coklat) (Poncomulyo, *et al*, 2007). Hal ini disebabkan karena kandungan nutrient yang terdapat dalam rumput laut/ alga tersebut. Kandungan *trace element* pada Phaeophyceae (alga coklat) dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Kandungan *trace element* pada Phaeophyceae (alga coklat).

Unsur	Kisaran kandungan (%) berat kering
	alga coklat
Chlor	9,8-15,0
Kalium	6,4-7,8
Natrium	2,6-3,8
Magnesium	1,0-1,9
Belerang	0,7-2,1
Silikon	0,5-0,6
Fosfor	0,3-0,6
Kalsium	0,2-0,3
Besi	0,1-0,2
Iod	0,1-0,8
Brom	0,03-0,14

Sumber : Winarno (1990)

Makro alga atau rumput laut memproduksi produk alami berupa metabolit primer dan metabolit sekunder. metabolit primer umumnya merupakan senyawa polisakarida dan bersifat hidrokoloid seperti karagenan, agar, alginat dan *furcellaran* digunakan sebagai senyawa aditif dalam industri farmasi dan pangan dengan berbagai fungsi. Fungsinya meliputi pemberi suspensi, pengemulsi, dan pengental. Metabolit primer lainnya seperti asam-asam amino oleh para ilmuwan dijadikan dasar sebagai sumber gizi (Anonymous, 2007^c). Sedangkan metabolit sekunder merupakan senyawa bioaktif, yang dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai obat. Senyawa metabolit sekunder merupakan sumber bahan kimia yang tidak akan pernah habis, sebagai sumber inovasi dalam penemuan dan pengembangan obat-obat baru ataupun untuk menunjang

berbagai kepentingan industri. Hal ini terkait dengan keberadaannya di alam yang tidak terbatas jumlahnya (Anonymous, 2007^b). Metabolit primer dan sekunder yang dihasilkan oleh makro alga sangat beragam. Yang paling komersial hingga saat ini adalah polisakarida yaitu jenis agar, karageenan, alginat, dan agarose yang merupakan fraksi dari agar. Keempat jenis polisakarida alga ini merupakan produk industri. Akhir-akhir ini pemanfaatan produk alam dari makro alga cenderung meningkat dengan meningkatnya penelitian kandungan kimianya. Pemanfaatan sebagai obat-obatan dan makanan kesehatan sangat prospektif. Berbagai hasil penelitian mengenai kandungan substansi aktif dalam makroalga di laporkan oleh para pakar.

2.2 Alga Coklat

Kelompok alga coklat memiliki bentuk yang bervariasi tetapi hampir sebagian besar jenis-jenisnya berwarna coklat atau pirang. Warna tersebut tahan atau tidak berubah walaupun alga ini mati atau kekeringan. Hanya pada beberapa jenis diantaranya misal *Sargassum* sp, warnanya akan sedikit berubah menjadi hijau kebiru-biruan apabila mati kekeringan. Ukuran thalli atau rumpun beberapa jenisnya adalah lebih tinggi dari jenis alga merah dan hijau, misal dapat mencapai tinggi 3 meter. Pemanfaatan komersial terhadap alga coklat ini belum banyak. Namun dewasa ini sudah mulai di perhatikan untuk di teliti dan di manfaatkan sebagai sumber koloid berupa alginat dan iodium (Atmadja, 2002). Ditambahkan oleh Rioux, *et al*, (2007) dari ekstraksi alga coklat akan di hasilkan polisakarida laminaran, fukoidan, dan alginat.

2.3 *Sargassum* sp

Salah satu genus alga cokelat adalah *Sargassum* yang merupakan spesies yang kompleks baik morfologi maupun susunan anatominya. Alga coklat adalah alga laut yang terbesar ukurannya, bentuknya sangat beragam dan tersebar hampir di seluruh perairan pantai. *Sargassum* merupakan salah satu genus yang paling menonjol dari kelas phaeophyceae yang diperkirakan ada 400 spesies yang tersebar di daerah tropis dan subtropis. Potensi terbesar yang dapat dimanfaatkan dari *Sargassum* adalah sebagai penghasil alginat.

Sargassum adalah salah satu genus dari kelompok alga coklat (Phaeophyceae). Genera rumput laut ini merupakan genera terbesar dari famili Sargassaceae. Beberapa jenis alga coklat yang banyak dimanfaatkan untuk kepentingan manusia dan terdapat di Indonesia adalah jenis *Sargassum* sp., *Hormophysa* sp., dan *Turbinaria* sp. Ketiga spesies ini dapat membentuk satu komunitas sehingga memiliki sebaran dan habitat yang sama (Wallace, 1992).

Menurut Aslan (1993), *Sargassum* memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Bentuk *thallus* umumnya silindris atau gepeng.
- Cabang rimbun menyerupai pohon darat.
- Mempunyai gelembung udara (*bladder*) yang umumnya soliter.
- Panjangnya mencapai 7 meter (di Indonesia terdapat spesies yang panjangnya 3 meter).
- Warna *thallus* umumnya cokelat.

Morfologi alga coklat *Sargassum duplicatum* dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini



Gambar 1 : Alga coklat (*Sargassum duplicatum*)
Sumber : Anonymous (2006)

Taksonomi *Sargassum* menurut Anggadiredja (2006), adalah sebagai berikut:

Divisio	: Rhodophyta
Class	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucales
Family	: Sargassaceae
Genus	: Sargassum
Species	: <i>Sargassum duplicatum</i>

Sargassum yang merupakan salah satu jenis dari alga coklat, merupakan sumber potensial senyawa polisakarida yang sangat bermanfaat bagi pengembangan (1) industri farmasi seperti sebagai anti bakteri, anti tumor, anti kanker atau sebagai reversal agent dan (2) industri agrokimia terutama untuk antifeedant, fungisida dan herbisida. Kemampuan alga cokelat untuk memproduksi metabolit sekunder terhalogenasi yang

bersifat sebagai senyawa bioaktif, karena kondisi lingkungan hidup alga coklat yang ekstrem seperti salinitas yang tinggi atau akan digunakan untuk mempertahankan diri dari ancaman predator. Dalam dekade terakhir ini, berbagai variasi struktur senyawa polisakarida dan bioaktif yang sangat unik dari isolat alga telah berhasil diisolasi. Namun pemanfaatan sumber bahan bioaktif dari alga belum banyak dilakukan. Berdasarkan proses biosintesisnya, alga laut kaya akan senyawa turunan dari oksidasi asam lemak yang disebut oxylipin. Melalui senyawa ini berbagai jenis senyawa metabolit sekunder diproduksi (Anonymous, 2007^b).

2.4 Polisakarida

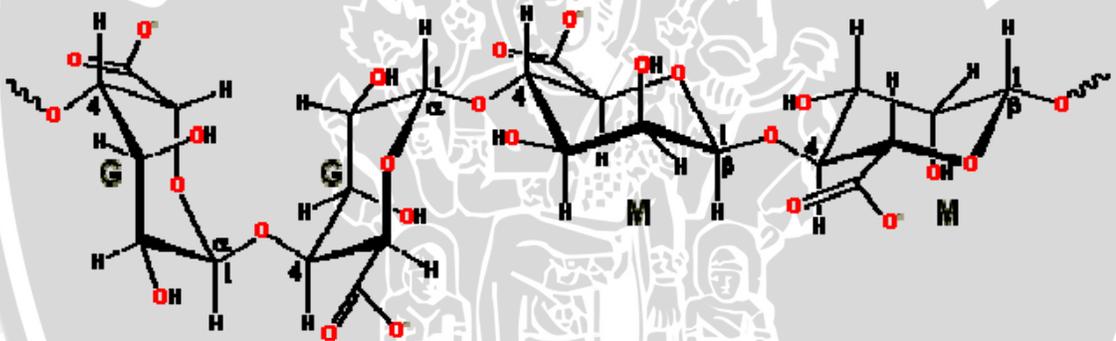
Polisakarida merupakan polimer dari monosakarida yang tersusun dalam rantai bercabang atau lurus. Derajat polimerisasi polisakarida dinyatakan dalam DP (*Degree of Polymerization*), misalnya : DP selulosa sebesar 7000 – 15000. Polisakarida juga biasa disebut sebagai glikan. Berdasarkan unit pembentuknya, glikan terbagi menjadi 2 kelompok : homoglikan (selulosa, pati, amilopektin) dan heteroglikan (algin, guar gum). Polisakarida yang sering digunakan dalam industri pangan adalah agar, alginate, carragenan, LBG, pectin, CMC, modified starch dan xanthan gum (Anonymous, 2007^b). Polisakarida terdiri dari rantai monosakarida, yang dapat digolongkan ke dalam dua kelompok besar secara fungsional, yaitu struktural polisakarida dan nutrisi polisakarida. Sebagai komponen struktural, polisakarida berperan sebagai pembangun komponen organel sel dan sebagai unsur pendukung intrasel. Polisakarida nutrisi berperan sebagai sumber cadangan monosakarida. Masing-masing polisakarida berbeda dalam hal unit monomer yang dikandungnya, maupun jenis ikatan yang menghubungkan unit-unit monomer tersebut (Anonymous, 2007^b) Usov (1998) ;

Usov, *et al*, (2002), menyatakan bahwa polisakarida dari beberapa alga coklat telah diketahui memiliki nilai aktivitas biologis yaitu sebagai obat dan sudah menjadi produk sangat penting dalam industri makanan, dimana polisakarida sulfat dari alga coklat, yang menarik perhatian pada tahun-tahun terakhir ini. Tidak hanya itu Zhang, *et al*, (2003) menambahkan bahwa Polisakarida sulfat dari alga coklat mempunyai aktivitas fisiologis yang berbeda-beda tergantung keadaan tempat hidup, metode ekstraksi yang di gunakan, species dari alga coklat yang di gunakan, yang mencakup pencegah pembekuan darah, antihyperlipidemic, antiviral, dan aktivitas anti tumor. Dari penemuan terakhir terakhir, polisakarida alga coklat dinyatakan mempunyai peran penting sebagai antioksidant pencegah oksidasi radikal bebas pada tikus. Didapatkan biopolymers dan spektrum yang luas mengenai aktivitas biologi dari jenis alga coklat tersebut. yaitu antikoagulasi seperti heparin dan kemampuan antithromboticnya telah dipelajari secara ekstensif, namun kemampuannya untuk menghalangi pertumbuhan, adhesi sel, infeksi atau peradangan virus, dan angiogenesis masih belum banyak diteliti (Bilan, *et al*, 2006). Yamamoto, *et al*, (1982) menguji aktivitas anti tumor yang menggunakan 10 jenis alga coklat sebagai sampel, didapatkan bahwa hasil ekstraksi dari alga coklat tersebut dapat menghambat sel L-1210 leukimia didalam tubuh tikus yang di gunakan sebagai hewan uji dengan daya hambat yang berbeda-beda, dan dari hasil tersebut diduga kuat komponen aktif utamanya yaitu polisakarida sulfat yang diketahui berdasarkan analisa kimia.

2.4.1 Alginat

Alginat adalah garam dan asam alginat yang terdiri dari D-mannuronic dan asam L-guluronik. Alginat banyak digunakan industri seperti industri makanan, minuman, obat-obatan, kosmetik, kertas, detergen, cat, tekstil, vernis, fotografi, kulit buatan dan lain-lain. Dalam industri zat ini digunakan sebagai pembentuk gel, pengemulsi dan penstabil emulsi pensuspensi pengikat, penghalus, penguat kain, pembentuk struktur, penjernih dan sebagainya. Dahulu di mesir rumput laut digunakan untuk terapi kanker payudara. Didalam alga coklat juga terdapat multivitamin alami yang memiliki aktifitas antitumor secara konsisten. (Anonymous, 2006^a). Struktur dari alginat dapat dilihat pada Gambar

2.



Gambar 2. Struktur Alginat (Anonymous, 2006^c).

Khasiat biologi dan kimiawi senyawa alginat juga dimanfaatkan pada pembuatan obat antibakteri, antitumor, penurun tekanan darah tinggi, dan mengatasi gangguan kelenjar. Rumput laut memang ibarat "tanaman dewa". Itu karena unsur-unsur mineral yang terkandung di dalamnya seperti iodium, seng, dan selenium (Anonymous, 2006^b). Selanjutnya Schoffel dan Link (1933) menyatakan bahwa rumus kimia alginat adalah $(C_6H_8O_6)_n$ dengan nilai n berkisar antara 80-83.

Untuk mendapatkan alginat terdapat beberapa metode yang telah di gunakan, seperti halnya metode ekstraksi Yani (1988) dimana metode ini memodifikasi metode "Green Cold" dan "Le Gloahec Herter". Dimana sebelum di ekstraksi alga di rendam dalam larutan HCL 1 % selama 2 jam, dicuci dan di tambahkan Na_2CO_3 sebanyak 10 kali berat alga. Ekstraksi dilakukan pada suhu 70°C selama 1 jam , kemudian memisahkan ekstrak alginat dari selulosa dengan menggunakan "filter press" dengan penambahan "Celite" 60 gram dan tambahkan air untuk membilas sisa ekstrak. Pemutihan alginat dengan penambahan NaOCl 11,4 % sebanyak 2,5 kali volume filtrat. Penambahan HCl 5% sebanyak lima kali volume filtrat, sehingga terbentuk asam alginat. Pencucian endapan yang terbentuk dengan air dan dilakukan penyaringan, kemudian penambahan Na_2CO_3 10% sebanyak satu kali volume larutan sehingga mendapatkan natrium alginat sedangkan pemurniannya dengan iso propil alkohol.

Selanjutnya metode Yani (1988) tersebut di modifikasi oleh Anggadiredja (1992), dengan menggunakan kalsium klorida sebagai bahan untuk mengendapkan kalsium alginat. Adapun prosesnya adalah perendaman alga kering dalam larutan HCl 0,5% sebanyak 10 kali berat sampel selama 30 menit pada suhu kamar, kemudian dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan NaOH 0,5% sebanyak 8-10 kali berat contoh selama 30 menit pada suhu 50°C . Ekstraksi dengan menggunakan larutan NaCO_3 1% selama 2 jam pada suhu $60-70^\circ\text{C}$, selanjutnya penyaringan dengan menggunakan "filter press" yang sebelumnya telah ditambahkan "filter aid" dan air, kemudian pemutih dengan NaOCl 11%. Penambahan CaCl_2 10% kedalam filtrat sampai pH larutan mencapai angka 9. penambahan HCl 4% sebanyak 2,5 kali berat contoh. Pengendapan natrium alginat dilakukan dengan penambahan NaOH atau Na_2CO_3 10%. Pemurnian dengan

menggunakan isopropil alkohol kemudian pengeringan dalam oven dengan suhu 50-60°C.

Proses ekstraksi untuk mendapatkan alginat inipun semakin berkembang seiring bertambahnya tahun dimana Tazwir, *et al*, (2000), mengekstraksi alginat dengan proses yang meliputi empat tahap yaitu penapisan dalam larutan HCl 1% selama 1 jam pada suhu kamar yang sebelumnya telah dicuci dengan air dan dipres. Ekstraksi dilakukan dengan merendam rumput laut coklat dalam Na₂CO₃ 2% perbandingan 1:10 (b/v), menghancurkan dan memanaskan pada suhu 60°C selama 60 menit, kemudian penambahan celite 3% bersama air dan penyaringan dengan menggunakan penghisap vakum. Pengendapan asam alginat dengan menurunkan pH filtrat 2,8- 3,2 dengan menggunakan H₂SO₄ 15% dilanjutkan pemurnian dengan iso propil alkohol dan pengepresan dengan tangan. Pengeringan dengan suhu 40°C selama 12 jam.

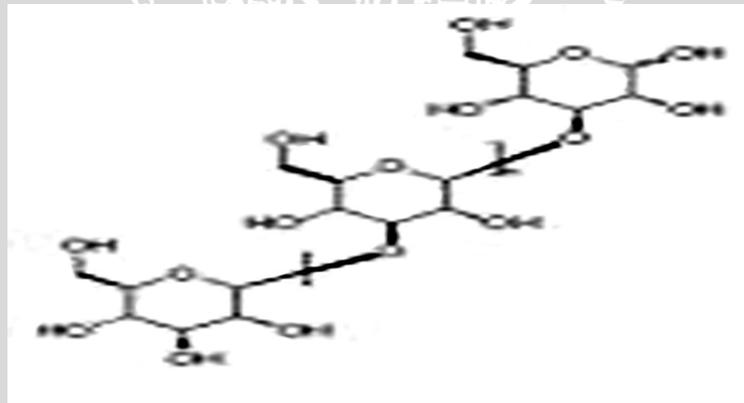
Metode terbaru yang di ketahui yaitu metode Rioux, *et al*, (2007) di mana dari metode di dapatkan tiga senyawa polisakarida penting yang di dapatkan dari masing-masing fraksinya, Ekstraksi rumput laut coklat *Fucus vesiculosus* ini diawali dengan penggilingan *Fucus vesiculosus* menggunakan blender, selanjutnya di ekstraksi menggunakan pelarut etanol dan ekstraksi dilanjutkan menjadi tiga fraksi yaitu fraksi A dengan menggunakan pelarut CaCl₂, fraksi B dengan menggunakan pelarut HCl , dan fraksi C menggunakan pelarut Na₂CO₃. Residu dari hasil ekstraksi *Sargassum duplicatum* menggunakan Etanol, selanjutnya ekstraksi kembali untuk mendapatkan tiga fraksi A, B,dan C. Residu ditambahkan dengan pelarut CaCl₂ (aq) 2% pada suhu 70°C selama 9 jam sambil di panaskan diatas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm, dan di saring menggunakan kertas whatman no 40 sehingga di dapatkan filtrat (Fraksi A) dan residu. Residu dari ekstraksi Fraksi A selanjutnya di ekstraksi kembali

dengan menambahkan bahan pelarut HCl_(aq) 0,01 M pada suhu 70 °C selama 9 jam sambil diatas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm dan di saring menggunakan kertas whatman no 40, maka akan di dapatkan filtrat (Fraksi B) dan residu untuk diekstraksi lebih lanjut. Tahap ekstraksi selanjutnya yaitu, residu dari hasil ekstraksi (Fraksi B) ditambahkan pelarut Na₂CO_{3(aq)} 3% pada suhu 70 °C selama 9 jam sambil dipanaskan diatas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm dan di saring menggunakan kertas whatman berukuran 40, akan di dapatkan filtrat (Fraksi C) dan residu sebagai bagian yang tersisa, untuk pemurnian fraksi C dapat dipercepat dengan kondisi alkali menggunakan aceton dan di suspensikan pada air. Akhirnya semua sampel fraksi A, B, dan C di simpan dalam freeze-dried dan di simpan pada suhu 4°C sampai digunakan. Metode ini selain merupakan metode yang paling baru juga memiliki keunggulan yaitu tidak hanya bertujuan mendapatkan alginat tetapi juga untuk mendapatkan 3 fraksi yang terdiri dari senyawa polisakarida aktif fukoidan dan laminaran. Oleh karena itu pada penelitian identifikasi senyawa polisakarida pada alga coklat *Sargassum duplicatum* akan memodifikasi dari metode yang telah dilakukan oleh Rioux, *et al*, (2007) ini.

Untuk kebutuhan industri di Indonesia yang saat ini terus berkembang, kebutuhan. Alginat masih disuplai melalui impor dari beberapa negara seperti Perancis, Inggris, RRC, dan Jepang dalam jumlah 599.000 kg dengan nilai US \$ 2.773.517. Dari informasi yang diperoleh, kebutuhan pasar dunia akan produk inipun terus meningkat yang berarti peluang yang menjanjikan baik untuk pasar domestik ataupun pasar ekspor (Rianto,2006).

2.4.2 Laminaran

Laminaran terdiri dari dua fraksi, yaitu tidak dapat larut dan dapat larut, perbandingannya adalah 2,5: 1. Laminaran tidak dapat larut adalah suatu linier 1,3- - D-Glucan, dan fraksi yang dapat larut yaitu 1,3;1,6- - D-Glucan (Anonymous, 2007^f) Laminaran adalah sebuah polisakarida yang sangat membantu dalam mencegah dan mengobati penyakit kardiovaskular , yang menunjukkan 30% aktivitas antikoagulant dari heparin (Anonymous,2007^e). Rumus umum dari laminaran yaitu $(C_5H_{10}O_5)_n$ (Yunizal, 2004). Dalam Rioux, *et al*, (2007), berat molekul dari laminaran yaitu 5000 Da, untuk mendapatkan laminaran dapat dengan cara mengekstraksi alga coklat menjadi 3 fraksi sekaligus, dimana prosedurnya berurutan dan berada dalam satu rangkaian untuk mendapatkan alginat dan fukoidan. Struktur dari laminaran dapat dilihat pada Gambar 3.



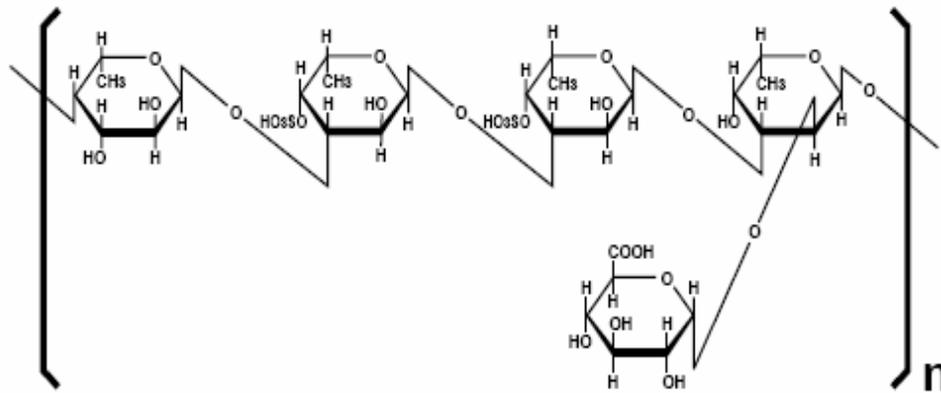
Gambar 3. Struktur Laminaran (Anonymous, 2007^e)

2.4.3 Fukoidan

Fukoidan merupakan salah satu polisakarida yang didapatkan dari hasil ekstraksi alga coklat, penyusun fukoidan yaitu fucose, asam uronik, galaktosa, xylose, dan fucose sulfat. Variasi fukoidan akan berbeda dari setiap jenis alga coklat yang berbeda. Fukoidan merupakan suatu polisakarida sulfat (dengan BM: rata-rata 20,000 KDa) (Rioux, *et al*, 2007). Namun berdasarkan riset yang dilakukan oleh Zhang, *et al*, (2003) Rata-rata berat molekul dari fukoidan hasil fraksinasi dari alga coklat *Porphyra haitanensis* sebesar 850 kDa yang di peroleh dengan menggunakan alat *highperformance size-exclusion chromatography* (HPSEC). Fukoidan adalah homopolysakarida, dan kelas heteropolysaccharides mengenal sebagai fucans yang merupakan produk berkenaan dengan metabolisme fucose sulfat yang ada pada alga coklat. Fukoidan adalah suatu sulfat kompleks.

Sebagian besar fukoidan ditemukan dalam berbagai jenis alga coklat seperti kombu, limu moui, wakame, mozuku, Riset dalam bidang farmasi substansiil telah dilakukan pada fukoidan, dimana pada dua format yang beda, yaitu : F-Fukoidan, dimana > 95% terdiri atas sulfated esters fucose, dan U-Fukoidan, di mana kira-kira 20% asam glucuronic. Sebagai konsekwensi riset ini, U-Fukoidan dan F-Fucoidan kini sedang dijual sebagai *nutraceutical*, yang diharapkan untuk menjadi " obat keajaiban", dan suatu makanan supplement. Manfaat dari senyawa polisakarida fukoidan ini diantaranya yaitu pada bidang farmakologi dimana fukoidan ini dapat di gunakan sebagai obat anti tumor, dan mempercepat penyembuhan luka (Rioux, *et al*, 2007). Bilan, *et al*, (2006) mengemukakan dari hasil temuannya bahwa dari alga coklat *Analipus japonicus* yang berasal dari laut Jepang yang di gunakan sebagai sampel dalam penelitiannya didapatkan hasil analisis struktural fukoidan, pecahan dari alga

coklat *Analipus japonicus* tersebut terdiri dari L - fucose, sulfate, dan asam cuka galactose, xylose, dan cuka uronic. Secara umum rumus dari Fukoidan yaitu $C_6H_9O_3SO_4$ (Yunizal, 2004). Struktur dari fukoidan dapat dilihat pada Gambar 4.



Structure of Fukoidan derived from Okinawa Mozuku

Gambar 4. Struktur fukoidan

Fukoidan adalah senyawa yang di prediksi menjadi galactofucan acetyl secara parsial sulfat (Fuc/Gal adalah $\sim 1:1$). Fukoidan tersusun atas lipid utama yaitu L. Gurjanovae yang merupakan lipid netral dan glyceroglycolipid, sedangkan phospholipid ditemukan namun dalam jumlah kecil. Komponen zat asam yang mengandung asam lemak yang utama adalah 14:0, 16:0, 16:1 - 7, 18:1 - 7 dan 18:2 - 6. Walaupun banyak pendapat yang berbeda tentang komposisi struktur dan berat molekul dari fukoidan namun pada dasarnya senyawa yang ditemukan adalah sama, sehingga perbedaan tersebut hanya tergantung dari jenis bahan baku alga coklat yang di gunakan.

Menurut Yuaepiao (2006) selain dalam bidang farmasi fungsi dari fukoidan dalam kaitanya dengan ilmu imunologi diantaranya adalah sebagai berikut:

- ❖ meningkatkan Phagocytosis, dengan prosesnya yaitu memudahkan sel darah putih menelan, membunuh, mencerna dan menghapuskan penyerbu berbahaya seperti virus atau bakteri
- ❖ meningkatkan pertumbuhan sel darah putih.
- ❖ Menghalangi cascading radang/penyalahan yang akan mendorong kearah alergi dan kerusakan jaringan
- ❖ Mungkinkan pertahanan jaringan dan regenerasi organ badan
- ❖ Meningkatkan dan mendukung fungsi hati

Fukoidan didapatkan dari ekstraksi alga coklat, metode ekstraksi untuk mendapatkan fukoidan telah banyak dilakukan oleh para ilmuwan. Dalam United States Patent, Cedro, *et al*, (2005). Untuk mendapatkan fukoidan, mereka mengekstraksi alga coklat species *Fucus vesiculosus*. Dituangkan 25 kg bubuk kering *Fucus vesiculosus* pada 175 liter aquades dalam bejana reaksi yang berkapasitas 300 liter diikuti pemanasan dengan metode steam-jacket untuk mendapatkan dan menjaga suhu sebesar 92°C, ekstraksi dilakukan selama 16 jam, yang pada akhirnya suhu di turunkan menjadi 30°C dan ditambahkan 5 kg Clarcel FLO/MA. Penyaringan dilakukan menggunakan alat penyaring yang dilengkapi dengan penyaring selulose seitz K 800. hasilnya di tampung dan padatan di suspensikan kedalam aquades sebanyak 20 liter pada suhu 60°C sambil di gerakkan menggunakan magnetic stirer selama 1 jam, dan di saring kembali menggunakan alat seitz k 800 dan hasilnya di tampung. Hasil keseluruhan dari hasil penyaringan adalah 220 liter, selanjutnya cairan tersebut di letakkan pada bejana reaksi dan di tambahkan 5,5 kg Clarcel CBR (grounded calcined diatomite) kemudian

didinginkan pada suhu 25-30°C, untuk mempercepat penurunan pH maka di tambahkan HCl 37% sebanyak 1,5 liter sehingga pH menjadi 2. sambil di stiring selama 15 menit dan dilakukan penyaringan kembali menggunakan seitz k 800. selanjutnya di purifikasi menggunakan 20 liter cairan asam (pH 2) dan cairan tersebut dikumpulkan serta pada akhirnya volume cairan 220 liter.

Cairan hasil akhir tersebut selanjutnya di masukkan pada alat ultrafiltrasi Alfa laval yang di lengkapi dengan MO 1 WT kotak 100.000 pore. Langkah selanjutnya cairan di konsentrasikan untuk mengurangi volume sampai 50 liter, kemudian di ukur pada volume konstan terhadap 3 volume air. Setelah langkah tersebut selesai volume cairan berkurang menjadi 25- 30 liter. Cairan tersebut di keluarkan dari alat ultrafiltrasi serta di tambahkan garam NaCl sampai konsentrasi 2% berat/ volume dan di tambahkan 2 volume acetone. Hasilnya berbentuk suspensi yang dapat di tuangkan dan kemudian didehidrasi serta di keringkan. Dari metode ini di hasilkan sulfur 7,1 %, fucose 32%, uronic acid 25%. Dengan berat molekul 800,000 Da. Metode ini cukup rumit untuk dilakukan serta keterbatasan alat yang ada, sehingga metode ini belum bisa dilakukan.

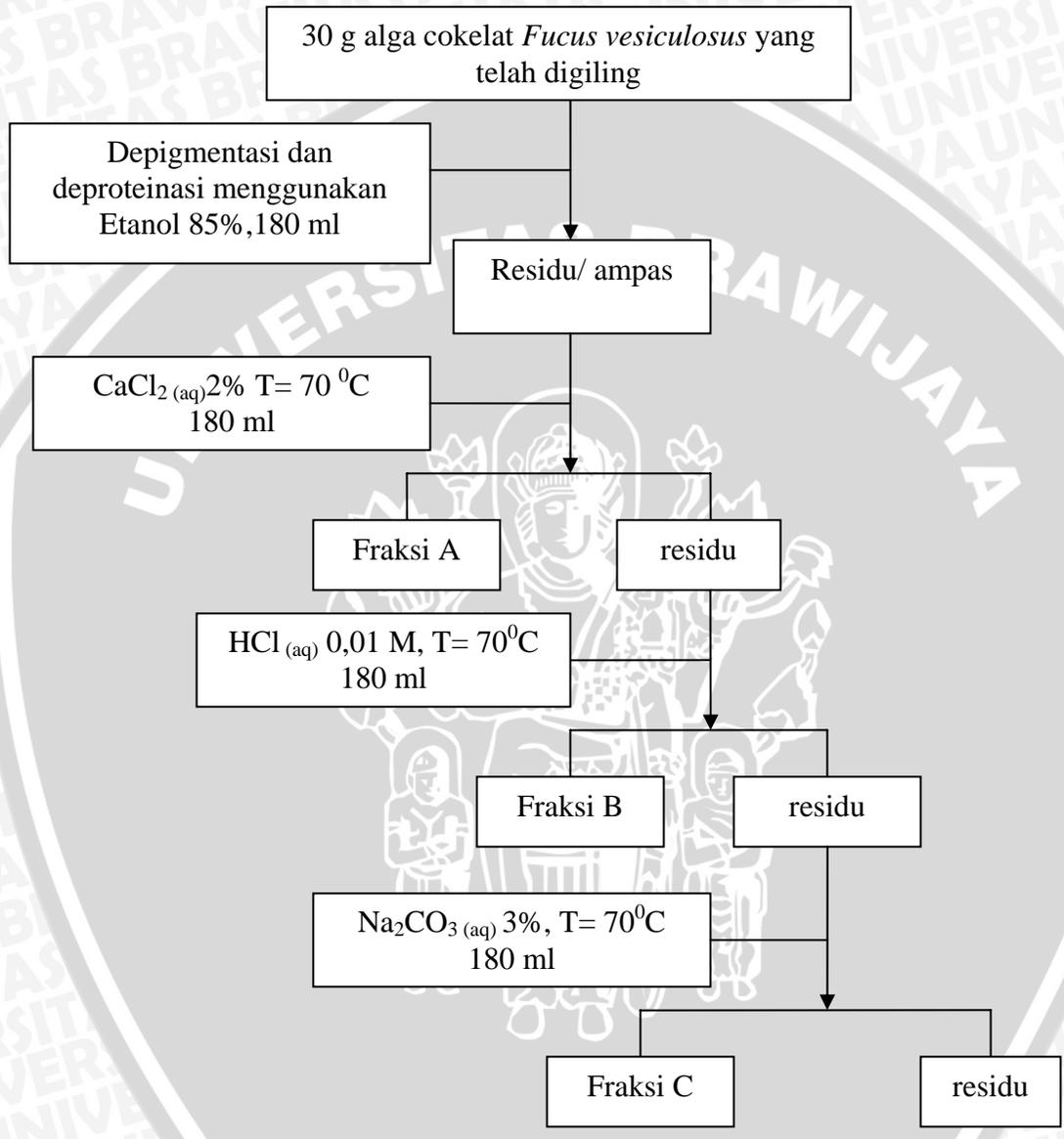
Sedangkan Bilan, *et al*, (2006), mengisolasi fukoidan dengan metode sebagai berikut, dimana sample alga coklat *Anulipus japonicus* yang di dapatkan dari Teluk Astaf'Ev (Teluk Petrus,yang merupakan teluk yang besar di laut Jepang) dikeringkan dengan udara dan kemudian disimpan di suatu ruang hampa dengan di tambah asam fosfor anhidrid untuk mengetahui berat kering dan mengendapkan partikelnya yang berukuran < 0.1 mm. Selanjutnya direndam berturut-turut menggunakan senyawa ethanol, cloroform, metanol, dan aseton serta dikeringkan. Biomass (15 g) dan 2% CaCl₂ yang dilarutkan pada air sebanyak 150 ml sambil di aduk menggunakan

magnetic stirer selama 5 jam pada suhu 85°C selanjutnya disentrifugse. Kemudian, 25 ml larutan hexadecyltrimethyl ammonium bromida (cetavlon) 10% ditambahkan pada supernatant. Residu dari alga cokelat telah didapatkan dari perlakuan yang sama sebanyak tiga kali, sari dari hasil ekstraksi dicampur dengan suatu pemisah garam cetavlon, dan cetavlon solute sebanyak 50 ml ditambahkan untuk melengkapi, untuk mendapatkan hasil akhir dari polisakarida, dilakukan pemisahan menggunakan centrifuge, serta dicuci menggunakan air dan ethanol sambil diaduk menggunakan magnetic stirer dengan penambahan 20% NaI ethanolic (3× 50 ml) pada suhu kamar selama 2–3 hari. Selanjutnya dicuci dengan ethanol, dan dilarutkan pada air, dialyzed, dan lyophilized; dan diperoleh fucoidan kasar F; fukoidan yang di hasilkan sebanyak 1.04 g (6.9% dari berat kering biomass). Fraksi F (1.35 g) dilarutkan 50 ml air, residu yang tidak dapat larut air dipisahkan menggunakan centrifuge, dan supernatan dimasukkan pada suatu kolom (3× 50 cm) dari alat DEAE-Sephacel (Pharmacia, Sweden) di dalam kolom Cl⁻. Kolom berturut-turut dibersihkan dengan air kemudian masing-masing dengan 0.5, 1.0, dan 1.5 M NaCl, Waktu yang diperlukan sampai reaksi eluate tidak terjadi lagi, untuk karbohidrat dengan zat asam karbol dan endapan asam sulfuric. Larutan garam dialyzed, diendapkan, dan lyophilized. Sehingga didapatkan fraksi F1–F3. Metode yang cukup sederhana yang dilakukan oleh Bilan, *et al*, (2006) ini masih belum bisa dilakukan di Universitas Brawijaya, karena keterbatasan alat yang ada.

Berikut Rioux, *et al*, (2007), mengisolasi fukoidan dengan metode yang lebih sederhana sebagai berikut, mengekstraksi *Fucus vesiculosus* dengan metodenya yang membagi ekstraksi menjadi 3 tahapan dengan menghasilkan 3 fraksi yang berbeda, dimana, Ekstraksi rumput laut cokelat *Fucus vesiculosus* ini diawali dengan

penggilingan *Fucus vesiculosus* menggunakan blender, selanjutnya depigmentasi dan deproteinasi menggunakan pelarut etanol dan dilanjutkan ekstraksi menjadi tiga fraksi yaitu fraksi A dengan menggunakan pelarut CaCl_2 , fraksi B dengan menggunakan pelarut HCl , dan fraksi C menggunakan pelarut Na_2CO_3 . Residu dari hasil ekstraksi *Sargassum duplicatum* menggunakan Etanol, selanjutnya ekstraksi kembali untuk mendapatkan tiga fraksi A, B, dan C. Residu ditambahkan dengan pelarut CaCl_2 (aq) 2% pada suhu 70°C selama 9 jam sambil dipanaskan diatas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm, dan di saring menggunakan kertas whatman no 40 akan di dapatkan filtrat (Fraksi A) dan residu. Residu dari ekstraksi Fraksi A selanjutnya di ekstraksi kembali dengan menambahkan bahan pelarut HCl (aq) 0,01 M pada suhu 70°C selama 9 jam sambil dipanaskan diatas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm dan di saring menggunakan kertas whatman no 40, maka akan di dapatkan filtrat (Fraksi B) dan residu untuk diekstraksi lebih lanjut. Tahap ekstraksi selanjutnya yaitu, residu dari hasil ekstraksi (Fraksi B) ditambahkan pelarut Na_2CO_3 (aq) 3% pada suhu 70°C selama 9 jam sambil dipanaskan diatas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm dan di saring menggunakan kertas whatman no 40, akan di dapatkan filtrat (Fraksi C) dan residu sebagai bagian yang tersisa, untuk pemurnian fraksi C dapat dipercepat dengan kondisi alkali menggunakan acetone dan di suspensikan pada air. Akhirnya semua sampel fraksi A, B, dan C di simpan dalam freeze-dried dan di simpan pada suhu 4°C sampai digunakan. Metode ini cukup mudah dan memungkinkan untuk dilakukan karena selain didapatkan 3 fraksi sekaligus yang terdiri dari 3 senyawa polisakarida penting, metode ini lebih sederhana dari metode- metode yang telah dilakukan sebelumnya untuk mendapatkan senyawa fukoidan, sehingga dengan sedikit memodifikasi metode ini, maka akan memudahkan untuk mendapatkan fukoidan dari

ekstraksi *Sargassum duplicatum*. Alur proses ekstraksi *Fucus vesiculosus* dari metode Rioux, *et al*, (2007) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur proses ekstraksi *Fucus vesiculosus* dari metode Rioux, *et al*, (2007)

2.5 FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

FTIR memiliki kegunaan yang paling banyak dan penting yaitu untuk identifikasi senyawa organik dan anorganik (Sugiharto, 1998). Bilan, *et al*, (2006) dalam penelitiannya menggunakan FTIR untuk mengidentifikasi adanya fukoidan pada alga coklat *Analipus japonicus* yang berasal dari laut pasifik, dimana hasil yang di peroleh yaitu munculnya “peak” yang berada pada kisaran bilangan gelombang 848 Cm^{-1} sampai 1260 Cm^{-1} yang di identifikasi sebagai kelompok sulfate dan disekitar axis menggolongkan kelompok polisakarida.

Herlina (1995), meneliti tentang isolasi senyawa flavonoid pada endapan fasa eter ekstrak metanol-air dari bunga kenikir (*Tagetes crecta* Linn.). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi kandungan fiavonoid yang ada dari bunga kenikir. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode Charaux-Paris yang dimodifikasi. Selanjutnya dilakukan pengujian FTIR pada senyawa hasil hidrolisa dan didapatkan flavonoid. Sedangkan penelitian Hartono (1996) tentang Isolasi dan karakterisasi komponen utama daun *Solatium capsicaslntm* Linn yang di ekstrak menggunakan n-heksana. Fraksi ketiga sampai keenam digabungkan, dan diuapkan menghasilkan senyawa kuning yang dikarakterisasi dengan FTIR.

Oleh karena itu penelitian tentang isolasi senyawa polisakarida dari alga coklat *Sargassum duplicatum* ini, menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dari senyawa organik dan anorganik yang ada pada ekstrak *Sargassum duplicatum*.

Spektrum IR dibagi dalam tiga daerah, yaitu : IR dekat, IR pertengahan atau sedang, dan IR jauh. Seperti pada Tabel 2

Tabel 2. Pembagian Daerah FT IR

Daerah	Panjang gelombang (nm)	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Frekwensi (Hz)
dekat	0,78 – 2,5	12800 - 4000	$3,8 \cdot 10^{14} - 1,2 \cdot 10^{14}$
Pertengahan	2,5 – 50	4000 -200	$1,2 \cdot 10^{12} - 6,0 \cdot 10^{12}$
jauh	50 - 1000	200 - 10	$6,0 \cdot 10^{12} - 3,0 \cdot 10^{11}$

Sumber :Sugiharto (1998).

2.6 Mineral Seng (Zn)

Seng (Zn) adalah *trace mineral* yang esensial bagi manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan tingkat tinggi (Lahuddin, 2007). Menurut Indroyono (2005), tingginya khasiat rumput laut tidak terlepas dari bahan alami yang dikandungnya, seperti yodium (I₂), seng (Zn), dan selenium (Se). Sementara itu, bila tubuh kekurangan Zn dan selenium, bisa berakibat terkena kanker. Secara spesifik fungsi dari mineral Zn yaitu berperan dalam fungsi enzim, kesempurnaan struktural tubuh, meregulasi dari aksi- aksi hormon, Zn juga diketahui berperan dalam fungsi- fungsi dasar enzim, DNA, RNA polimerase, terlebih lagi Zn diduga dapat menstabilkan nucleotida (DNA, RNA) dengan baik (Smith, 1990).

Linder (1998) menambahkan bahwa Zn terlibat dalam berbagai fungsi dalam metabolisme, dimana Zn diperlukan untuk aktifitas lebih dari 90 enzim yang ada di dalam tubuh, Zn juga diperlukan untuk perkembangan reproduksi pria dan spermatogenesis, serta sangat berperan dalam penyembuhan luka. Fungsi Zn yang lain yaitu sebagai *trace element* yang merupakan komponen penting bagi ratusan metalloenzim, termasuk alkaline fosfatase, karboksipeptidase, timidin kinase, dan DNA-

RNA polimerase. Zn merupakan komponen penting pada struktur dan fungsi membran sel, berfungsi sebagai antioksidan, dan melindungi dari serangan lipid peroksida. Peranan Zn pada sintesis protein dan transkripsi protein, dimana Zn berperan penting pada regulasi gen. Defisiensi Zn dikaitkan dengan perubahan fungsi sistem imun, seperti menurunnya fungsi sel B dan T, menurunnya reaksi hipersensitivitas, menurunnya fagositosis dan menurunnya produksi cytokine (Anonymous, 2007¹).

Untuk menganalisis adanya Zn pada suatu bahan dapat dilakukan melalui pengukuran menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*). Sutanto, *et al*, (2002) dalam penelitiannya yang berjudul “Profil Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Dalam Daging Kupang (*Tellina versicolor*)” melakukan pengujian Zn menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*).

2.7 Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal (Pb) termasuk dalam kelompok logam gol IV-A dengan nomer atom 82 dan bobot 207,2 dan merupakan salah satu logam berat yang mempunyai daya toksitas yang tinggi terhadap manusia karena dapat merusak perkembangan otak pada anak-anak, menyebabkan anemia dan mempengaruhi anggota tubuh lainnya. Pb dapat diakumulasi langsung dari air dan dari sedimen oleh organisme laut. Logam Pb terdapat di perairan baik secara alamiah ataupun sebagai dampak dari aktifitas manusia. Dewasa ini pelepasan Pb ke atmosfer meningkat tajam akibat pembakaran minyak dan gas bumi yang turut menyumbang pembuangan Pb ke atmosfer. Selanjutnya melalui pengkristalan Pb tersebut jatuh ke laut mengikuti air hujan, Limbah dari atmosfer tersebut yang mengandung polutan kemudian masuk ke dalam ekosistem perairan pantai dan laut. Sebagian larut dalam air, sebagian tenggelam ke dasar dan

terkonsentrasi ke sedimen, dan sebagian masuk ke dalam jaringan tubuh organisme laut (termasuk fitoplankton, ikan, udang, cumi-cumi, kerang, rumput laut dan lain-lain) (Liestianty, 2007).

Ahmad dan Pramudiyanti (2006) menambahkan bahwa Peningkatan jumlah kapal yang disertai dengan peningkatan pemakaian bahan bakar dan penggunaan cat pada kapal diduga dapat meningkatkan kadar logam timbal pada perairan, disamping itu proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang masuk ke dalam perairan. Namun secara alami kemungkinan Pb telah terkandung didalam alga / rumput laut.

2.8 Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik (Sudarmadji, 2003). Kadar abu suatu bahan adalah kadar residu hasil pembakaran semua kompoen – komponen organik di dalam bahan (Sumardi, 1992). deMan, (1989) menambahkan mineral dalam makanan biasanya ditentukan dengan pengabuan atau insenerasi (pembakaran). Pembakaran ini merusak senyawa organik dan meninggalkan mineral. Kadar abu tidak selalu mewakili kadar mineral dalam bahan disebabkan sebagian mineral rusak dan menguap atau saling bereaksi satu dengan lainnya selama pengabuan pada suhu amat tinggi (Widjanarko, 1996).

Menurut Sudarmadji, *et al*, (2003) tujuan dari analisis kadar abu adalah :

- a. Untuk menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan.
- b. Untuk mengetahui jenis bahan yang digunakan.
- c. Sebagai parameter nilai gizi suatu makanan.

Prinsip penetapan total abu menurut Apriyantono (1989) adalah abu dalam bahan pangan ditetapkan dengan menimbang sisa mineral hasil pembakaran bahan organik pada suhu sekitar 550°C.

2.9 Kadar Air

Untuk menentukan kadar air dengan menggunakan cara pemanasan. Prinsip dari metode ini adalah menguapkan air dalam bahan yang telah dihaluskan sebanyak 1-2 g dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya kemudian dikeringkan didalam oven pada suhu 100-105 °C selama 3-5 jam sampai terjadi berat konstan.(AOAC, 1970).

Penentuan kadar air cara pengeringan (*termografimetri*) prinsipnya menguapkan air yang ada dalam bahan dengan jalan pemanasan. Kemudian menimbang berat sample sampai berat konstan yang berarti semua air sudah diuapkan.(Sudarmadji, *et al* , 2003). Penentuan kadar air dengan cara destilasi (*termofotometri*) prinsip penentuan kadar air dengan destilasi adalah menguapkan air dengan “pembawa” cairan kimia yang mempunyai titik didih tinggi daripada air dan tidak dapat dicampur dengan air serta mempunyai berat jenis lebih rendah daripada air. Zat kimia yang dapat digunakan antara lain : toluene , xylent , benzen, tetrakloretilen dan xiylol. (sudarmadji, *et al* , 2003). Terdapat bermacam – macam metode penentuan kadar air dalam makanan, dan yang paling mudah adalah metode pengeringan dalam oven. Menurut metode ini, sampel dipanaskan pada suhu yang tidak banyak melebihi suhu mendidih (100-105°C) sampai diperoleh berat yang konstan (Anonymous, 1975).

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan baku

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah alga coklat *Sargassum duplicatum* yang diperoleh dari Pulau Talango Kabupaten Sumenep Madura.

3.1.2 Bahan kimia

Bahan kimia yang digunakan antara lain adalah Etanol (ETOH) 85%, CaCl_2 2%, HCl 0,01 M, Na_2CO_3 3%, dan aquabides dengan standart Pa , kertas whatman no 40, Alginat dan Fukoidan (e-merc Jerman)

3.1.3 Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender merk National, pisau, nampan, timbangan analitik, timbangan digital, sendok, beaker glass 500 ml, erlen meyer 250 ml dan 500 ml, gelas ukur 100 ml, botol kaca kecil, kurisable tang, pipet volume 10 ml, pipet tetes, corong kaca, spatula, hot plate stirer, thermometer , sentrifuge dan kuvet, oven, lemari es, label, bola hisap, labu takar 1000 ml, FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merk 8400S SHIMADZU Jepang, dan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*) merk PERKIN ELMER model Analys T800.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode deskriptif adalah bentuk atau tipe penelitian untuk pencarian fakta dengan interpretasi yang tepat. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui perkembangan saranan fisik tertentu atau frekuensi terjadinya suatu aspek fenomena sosial tertentu, membuat

penggambaran secara sistematis, factual, dan akurat mengenai situasi atau daerah tertentu (Noor, 1991).

Metode deskriptif adalah metode penyelidikan yang menuturkan dan mengklasifikasikan data yang diperoleh dari berbagai teknik pengambilan data (Surakhmad, 1994). Sedangkan tujuan dari metode deskriptif ini adalah memaparkan secara sistematis, aktual dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat dari populasi tertentu, data dikumpulkan sesuai tujuan dan secara rasional kesimpulan diambil dari data-data tersebut (Suharjono, 1995).

Ndraha (1981), menyatakan bahwa metode deskriptif bekerja berdasarkan anggapan bahwa dengan anggapan ini orang dapat : (1) Mengumpulkan data yang bernilai statistic, (2) Melukiskan keadaan suatu obyek pada suatu saat, (3) Mengidentifikasi data yang menunjukkan gejala-gejala dari suatu peristiwa, (4) Menemukan data yang menunjukkan apperearance dari suatu realitas, (5) Mengumpulkan data yang dapat menunjukkan realisasi suatu gagasan atau ide atau peraturan.

Dalam penelitian ini berusaha untuk mengisolasi senyawa polisakarida pada alga cokeat jenis *Sargassum duplicatum*. Penelitian ini dilakukan dua tahap yaitu tahap pertama, ekstraksi alga coklat jenis *Sargassum duplicatum*. Tahap kedua yaitu melakukan pengujian terhadap hasil ekstraksi yang terdiri dari tiga fraksi A,B, dan C menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi, pengujian Total Gula menggunakan metode Anthrone, pengujian Zn menggunakan AAS (*Atomic Absobrtion Spectrophotometer*), serta pengujian Kadar Abu, kadar Air dan Pb menggunakan AAS (*Atomic Absobrtion Spectrophotometer*) pada bahan baku *Sargssum duplicatum*.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Ekstraksi *Sargassum duplicatum*

Ekstraksi alga coklat (*Sargassum duplicatum*) diawali dengan penggilingan menggunakan blender \pm selama 5 menit, metode Rioux, *et al*, (2007). Namun hasil penelitian pendahuluan menunjukkan adanya kesulitan terhadap hasil yang diperoleh sehingga dilakukan modifikasi dengan dilakukan pengeringan terlebih dahulu seperti yang dilakukan Souza, *et al*, (2005) yaitu dengan mengeringkan sampel terlebih dahulu pada oven dengan suhu $50^{\circ}\text{C} \pm 1$ selama 5 jam sehingga lebih mudah untuk dihaluskan. Selanjutnya dilakukan perendaman menggunakan pelarut etanol dan dilakukan tahap ekstraksi sehingga diperoleh, pertama fraksi A dengan menggunakan pelarut CaCl_2 , dilanjutkan ekstraksi fraksi B dengan menggunakan pelarut HCl , dan fraksi C menggunakan pelarut Na_2CO_3 . (Rioux, *et al*, 2007), kemudian masing- masing fraksi dilakukan pengujian FTIR, Total Gula, Kadar Zn. Dilakukan pula analisa Kadar Pb, Kadar Abu, dan Kadar Air untuk bahan baku *Sargassum duplicatum*.

a. Pengeringan

Pengeringan merupakan metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas (Winarno, 1980). Menurut Taib (1988), faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan adalah luas permukaan bahan, suhu pengeringan, aliran udara dan tekanan uap diudara.

Menurut Rosalin (2001), pengeringan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu pengeringan secara alami dan pengeringan mekanis. Pengeringan secara alami dapat

dilakukan dengan pemanfaatan sinar matahari secara langsung. Sedangkan pengeringan mekanis dilakukan dengan menggunakan alat pengering mekanis.

Hadiwiyoto (1983), menambahkan bahwa pengeringan alami merupakan pengeringan yang dikerjakan dengan memanfaatkan panas sinar matahari. Pengeringan dengan cara ini sangat tergantung pada cuaca. Apabila cuaca baik maka pengeringan juga cepat, sebaliknya apabila cuaca selalu mendung atau sering hujan maka pengeringan memerlukan waktu sehari-hari. Meskipun demikian hasil yang diperoleh setelah pengeringan mempunyai mutu yang baik. Sedangkan biayanya murah karena tidak memerlukan peralatan yang banyak dan mahal. Pengeringan dengan menggunakan alat mekanis (pengering buatan) yang menggunakan tambahan panas memberikan beberapa keuntungan diantaranya :

- Tidak tergantung pada cuaca.
- Kapasitas pengeringan dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan.
- Tidak memerlukan tempat yang luas.
- Kondisi pengeringan dapat dikontrol.

Proses pengeringan dilakukan karena pada penelitian pendahuluan ditemukan kesulitan yang mana alga coklat *Sargassum duplicatum* yang digunakan sukar dihancurkan, sehingga untuk memudahkan proses penggilingan/ penghancuran, dilakukan pengeringan *Sargassum duplicatum* menggunakan oven dengan suhu $50^{\circ}\text{C} \pm 1$ selama 5 Jam.

b. Penggilingan *Sargassum duplicatum*

Penggilingan atau Penghancuran merupakan proses untuk memperluas permukaan sehingga mempermudah proses selanjutnya. Menurut Aliyanti (2004), penghancuran (pegecilan ukuran) memiliki keuntungan dalam pengolahan bahan pangan antara lain:

1. Meningkatkan kecepatan pengeringan, pemanasan atau pendinginan, meningkatkan efisiensi dan kecepatan ekstraksi komponen terlarut.
2. Menghasilkan ukuran partikel yang lebih seragam sehingga dapat mempermudah proses penyaringan.
3. Ukuran partikel yang lebih seragam sehingga dapat mempermudah proses pencampuran (Mixing).

Penggilingan yang dilakukan pada *Sargassum duplicatum* menggunakan blender merk National dengan waktu ± 5 menit, menghasilkan bubuk *Sargassum duplicatum* berwarna coklat tua.

c. Depigmentasi dan Deproteinasi *Sargassum Duplicatum* Dengan Pelarut Etanol

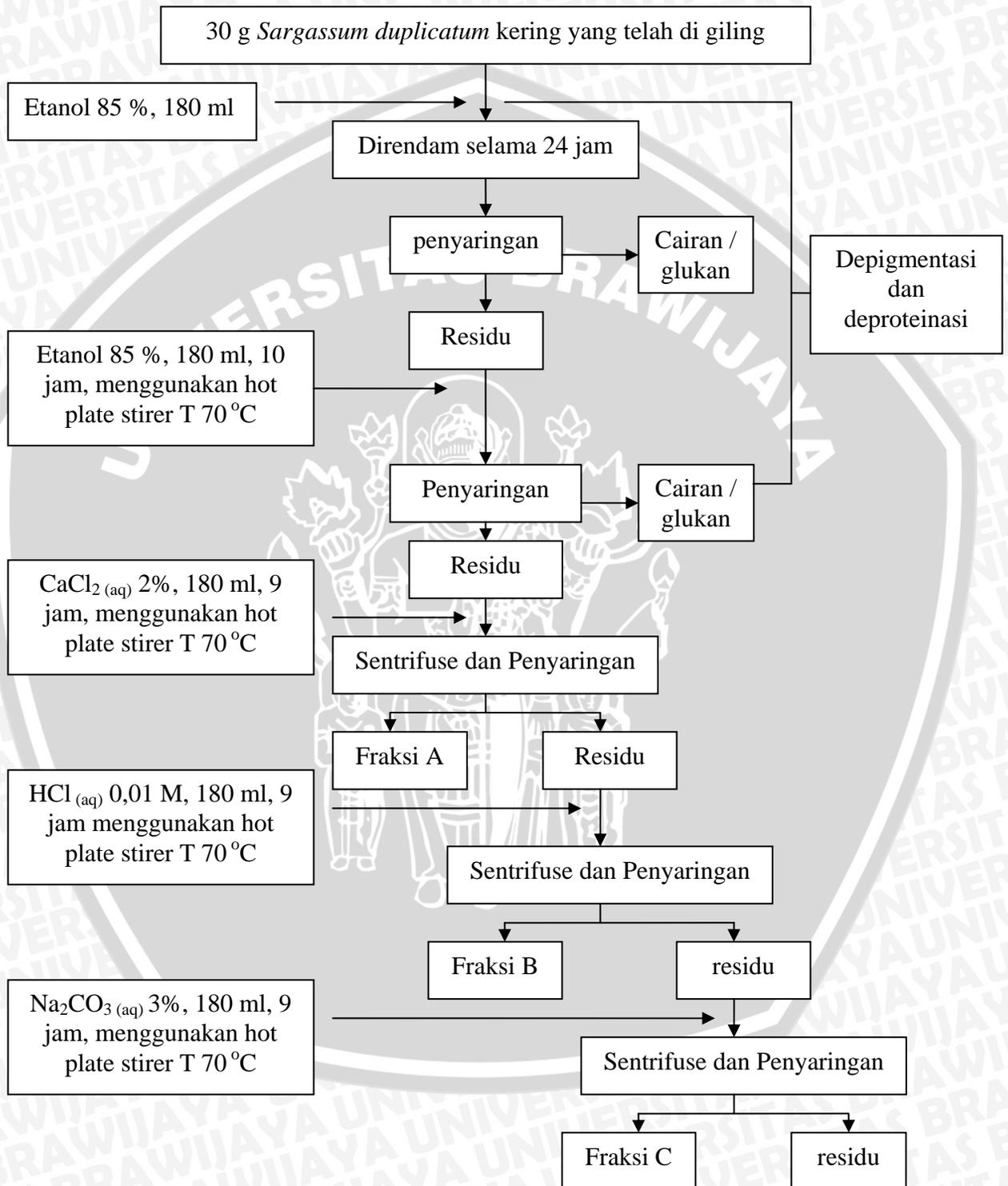
Sargassum duplicatum kering yang sudah dihaluskan ditimbang untuk mendapatkan berat sample yang diinginkan yaitu sebanyak 30 g, penimbangan dilakukan pada timbangan digital dengan ketelitian 0,001%. Selanjutnya dimasukkan pada tabung erlenmeyer dan ditambah pelarut Etanol 85 % sebanyak 180 ml untuk di rendam selama 24 jam ,tujuan dari perendaman ini yaitu untuk depigmenasi dan deproteinasi, selanjutnya dilakukan modifikasi kembali terhadap metode Rioux, *et al.*, (2007) yaitu dengan melakukan sentrifuge terlebih dahulu sebelum dilakukan penyaringan seperti metode yang telah dilakukan oleh Maruyama dan Yamamoto (2006), tujuan dari dilakukannya sentrifugasi ini untuk memudahkan pemisahan antara

supernatan dan cairan serta memudahkan pada saat penyaringan. selanjutnya disaring menggunakan kertas whatman no 40, untuk residu (supernatan) ditambahkan larutan etanol 85 % sebanyak 180 ml dan dipanaskan di atas hot plate stirer pada suhu 70°C selama 10 jam dengan kecepatan 455-500 rpm dan disentrifuge kembali sebelum dilakukan penyaringan menggunakan kertas whatman no 40, serta di dapatkan residu supernatan atau ampas, residu atau ampas tersebut selanjutnya akan diekstraksi lebih lanjut menjadi tiga fraksi A, B, dan C. (Rioux, *et al*, 2007).

d. Ekstraksi Residu Menjadi Tiga Fraksi A, B, dan C.

Residu dari hasil depigmenasi dan deproteinasi *Sargassum duplicatum* menggunakan pelarut Etanol, selanjutnya dilakukan ekstraksi untuk mendapatkan tiga fraksi A, B, dan C. Residu ditambahkan dengan pelarut CaCl_2 (aq) 2% sebanyak 180 ml pada suhu 70°C selama 9 jam sambil dipanaskan di atas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm dan disentrifuge, serta disaring menggunakan kertas whatman no 40 maka akan di dapatkan filtrat (Fraksi A) dan residu. dari ekstraksi Fraksi A, selanjutnya residu dari Fraksi A di ekstraksi kembali dengan menambahkan bahan pelarut HCl (aq) 0,01 M sebanyak 180 ml pada suhu 70°C selama 9 jam di atas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm dan disentrifuge, serta disaring menggunakan kertas whatman no 40, maka akan di dapatkan filtrat (Fraksi B) dan residu dari Fraksi B untuk diekstraksi lebih lanjut. Tahap ekstraksi selanjutnya yaitu, residu dari hasil ekstraksi Fraksi B ditambahkan pelarut Na_2CO_3 (aq) 3% sebanyak 180 ml pada suhu 70°C selama 9 jam di atas hot plate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm dan disentrifuge serta disaring menggunakan kertas whatman no 40, akan di dapatkan filtrat (Fraksi C) dan residu sebagai bagian yang tersisa, Akhirnya semua sampel fraksi A, B, dan C di

simpan dalam lemari es pada suhu 4°C sampai digunakan. Alur proses ekstraksi yang telah di modifikasi dari metode Rioux, *et al*, (2007) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Alur proses ekstraksi *Sargassum duplicatum* menjadi 3 fraksi A, B, dan C.

3.3.2 Parameter Uji Kandungan Senyawa Polisakarida

Analisis uji jenis senyawa polisakarida pada hasil ekstraksi *Sargassum duplicatum* menggunakan FT IR (*Fourier Transform Infra Red*), uji Total Gula menggunakan metode *Anthrone*, dan kadar Zn dengan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*). Sedangkan untuk bahan baku *Sargassum duplicatum* dilakukan pengujian kadar Pb menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*), kadar abu dan kadar air.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Bahan Baku

Pada bahan baku yang di gunakan untuk ekstraksi, terlebih dahulu dilakukan pengujian analisis kadar abu, kadar air, dan kadar Pb. Hasil dari analisis kadar abu, kadar air, dan kadar Pb dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis kadar abu, kadar air, dan kadar Pb dari *Sargassum duplicatum*.

No	Sampel	Kadar Abu (%)	Kadar Air (%)	Kadar Pb (mg/kg)
1	<i>Sargassum duplicatum</i>	20,23±0,06	85,35±0,2	0,4±0,02

* Setiap analisis dilakukan 3 kali ulangan.

4.1.1 Analisis Kadar Abu

Analisis kadar abu dilakukan terhadap *Sargassum duplicatum* sebelum di ekstraksi, kadar abu menunjukkan kandungan mineral didalam *Sargassum duplicatum*. Dari hasil analisis kadar abu yang telah dilakukan, di peroleh rata – rata kadar abu dari alga coklat *Sargassum duplicatum* sebesar 20,23±0,06 %, sedangkan dari hasil penelitian sebelumnya, diketahui bahwa kadar abu *Sargassum* sp adalah sebesar 34, 57 % (Yunizal, 2004). Djazuli dan Budiyanto (1997) mendapatkan kadar abu alga coklat *Sargassum polycystum* sebesar 23, 24 %. Kadar abu pada setiap species alga cenderung berbeda- beda, hal ini karena pengaruh ekologi dari tempat hidupnya seperti salinitas dan musim, disamping itu umur panen juga mempengaruhi kadar abu yang terkandung didalamnya. Kadar abu dari *Sargassum duplicatum* ini berada dalam kisaran kadar abu pada alga/ rumput laut umumnya yaitu berkisar antara 15 – 40 % (Poncomulyo, *et al*, 2007).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada alga coklat jenis *Sargassum duplicatum* berpotensi sebagai sumber mineral.

4.1.2 Analisis Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan pada *Sargassum duplicatum*. Tujuan dilakukannya analisis kadar air yaitu untuk mengetahui kandungan air pada *Sargassum duplicatum* yang akan di ekstraksi.

Kadar air pada rumput laut merupakan komponen yang penting karena berhubungan dengan mutu rumput laut. Kadar air sangat berpengaruh terhadap daya simpannya, karena erat kaitannya dengan aktivitas mikrobiologi yang terjadi selama penyimpanan. Rumput laut bersifat *higrokopis* sehingga penyimpanan di tempat yang lembab akan menyebabkan kerusakan terjadi lebih cepat. Kadar air dalam suatu bahan berbeda- beda karena masing- masing bahan mempunyai kemampuan menyerap air yang berbeda (Johnson, *et al*, 1992). Rata – rata nilai kadar air dari alga coklat *Sargassum duplicatum* yaitu $85,35 \pm 0,2\%$, kadar air dari rumput segar pada umumnya berkisar antara 80-90 % (Anonymous, 2007^k). Kadar air untuk species *Sargassum duplicatum* yang saya dapatkan berada dalam kisaran kadar air rumput laut pada umumnya.

4.1.3 Analisis Kadar Timbal (Pb)

Timbal (Pb) termasuk dalam kelompok logam gol IV-A dengan nomer atom 82 dan bobot 207,2 dan merupakan salah satu logam berat yang mempunyai daya toksitas yang tinggi terhadap manusia (Liestianty, 2007). Sampai hari ini belum diketahui nilai positif dari Pb, namun secara ilmiah logam Pb ada didalam tubuh manusia. Tujuan dari

analisis kadar Pb yaitu, untuk mengetahui salah satu indikator pencemaran terhadap bahan baku

alga coklat *Sargassum duplicatum* yang di gunakan dalam penelitian. Analisis kadar Pb terhadap bahan baku alga coklat *Sargassum duplicatum* yang digunakan dalam penelitian menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*), dalam penelitian sebelumnya untuk menguji adanya logam berat Pb dilakukan menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*) (Amin, 2002).

Hasil dari analisis kadar Pb yaitu $0,4 \pm 0,02$ mg./kg. Adanya kandungan Pb pada *sargasuum duplicatum* dimungkinkan alami berasal dari perairan dan alga itu sendiri, serta dari pencemaran lingkungan dan terjadinya korosi dari kapal. Disamping itu juga bisa disebabkan oleh limbah bahan bakar berupa bensin atau solar yang biasa digunakan oleh kapal nelayan, dimana cat dan limbah bahan bakar merupakan sumber dari logam berat Pb di perairan. Nilai kadar Pb yang diperoleh tersebut masih jauh berada di bawah ambang batas yang telah ditetapkan oleh WHO dan FAO, dimana mereka merekomendasikan bahwa konsentrasi Pb pada hasil laut yang layak konsumsi adalah lebih kecil dari 0,715 mg/kg. sedangkan Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan merekomendasikan tidak lebih dari 2,0 mg/kg (Liestiaty Fachruddin, 2007). Jadi bahan baku alga coklat yang di gunakan dalam penelitian ini masih dalam batas aman untuk dijadikan konsumsi manusia.

4.2 Hasil Ekstraksi Alga Cokelat *Sargassum duplicatum*

Dari proses ekstraksi alga coklat *Sargassum duplicatum* diperoleh 3 fraksi yaitu fraksi A, B, dan C. Dimana fraksi A berwarna kuning kecoklatan dan bening, hal ini dimungkinkan karena apabila golongan monosakarida (Karbohidrat)

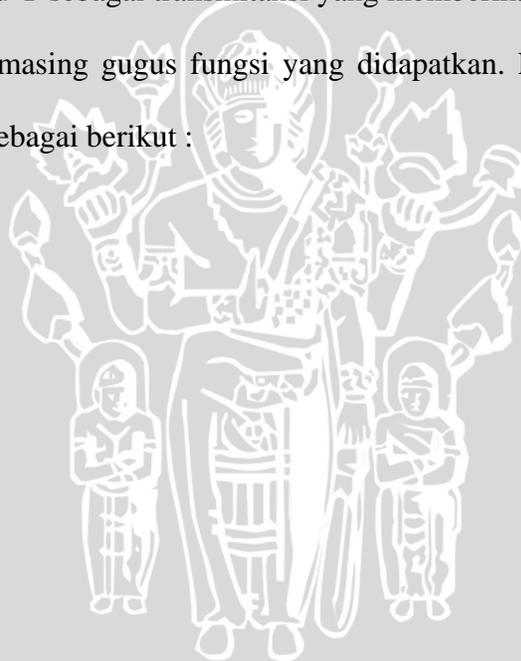
dipanaskan bersama dengan larutan yang bersifat alkali maka akan terbentuk warna kuning (Respati, 1980), untuk fraksi B berwarna coklat muda sedikit keruh hal ini dimungkinkan karena semakin lamanya proses ekstraksi serta kemampuan pelarut HCl dalam membebaskan garam- garam mineral, perubahan warna pada hasil ekstraksi secara umum dipengaruhi oleh atom pusat dan ligan (senyawa yang memiliki atom bebas sehingga dapat menyumbangkan elektron) yang mengikat (Syarifuddin, 1995). sehingga warna dari hasil ekstraksi B lebih keruh dari sebelumnya, serta fraksi C berwarna coklat tua dan pekat hal ini dimungkinkan semakin lamanya proses ekstraksi berjalan, serta karena fraksi C diperkirakan identik dengan alginat, dimana dilihat dari struktur secara umum, alginat memiliki ikatan hidrogen yang kuat, jika senyawa penyusun alginat dilarutkan dalam pelarut yang sesuai dan atau disertai pemanasan, maka senyawa tersebut akan mengembang sehingga viskositas menjadi meningkat (Syarifuddin, 1995), ketiga fraksi tersebut selanjutnya diidentifikasi berdasarkan gugus fungsinya dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Untuk Fraksi A, B, dan C dapat dilihat pada Gambar 7.



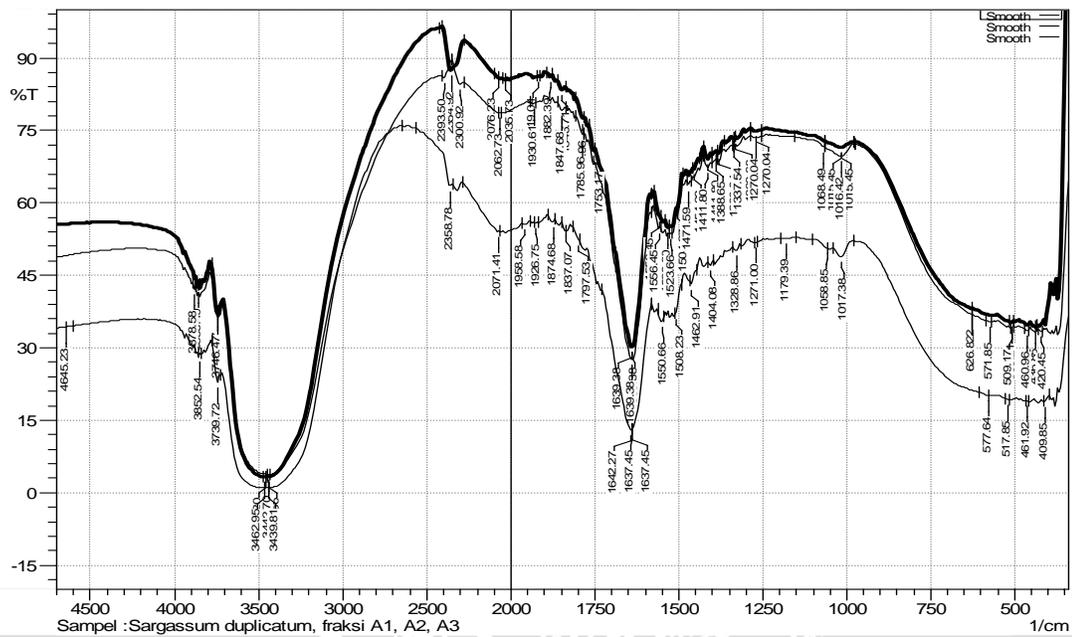
Gambar 7. Hasil fraksinasi dari proses ekstraksi *Sargassum duplicatum*

4.2.1 Uji FT IR (*Fourier Transform Infra Red*)

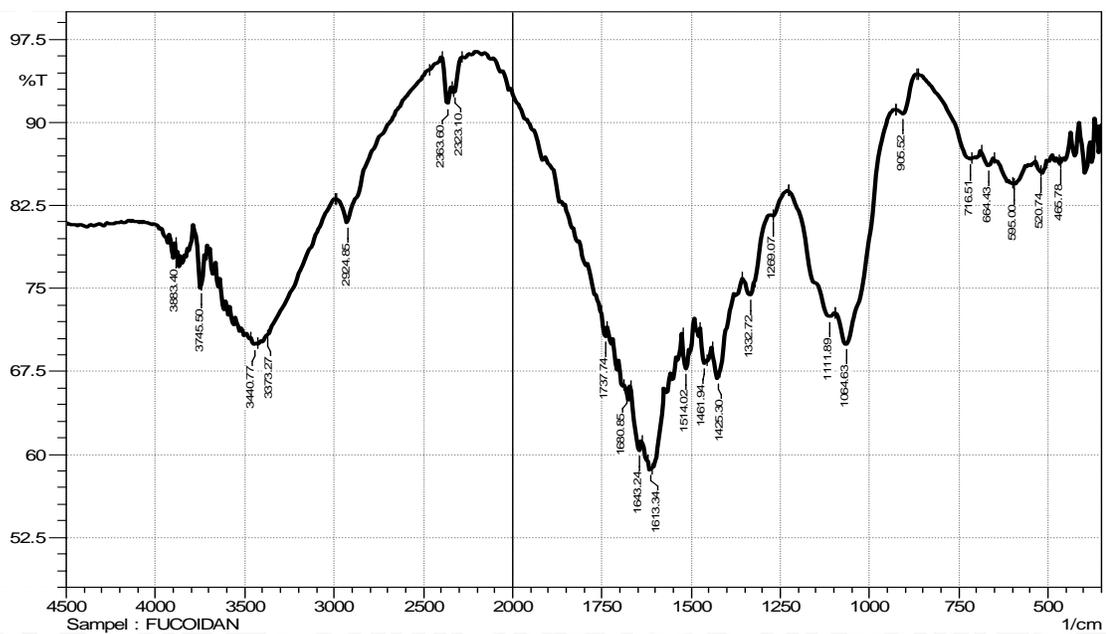
Hasil analisis FT IR terhadap masing- masing fraksi dari ekstrak *Sargassum duplicatum* memiliki informasi yang sangat bermanfaat mengenai gugus fungsi yang terkandung didalamnya. Dalam penelitian yang telah dilakukan ini, proses ekstraksi dilakukan dengan 3 kali ulangan. Hasil Spectrum FT IR dari fraksi A, B, dan C, dengan sumbu X sebagai bilangan gelombang yang memberikan informasi adanya gugus fungsi, sedangkan sumbu Y sebagai transmitansi yang memberikan informasi mengenai intensitas dari masing- masing gugus fungsi yang didapatkan. Hasil spectrum FT IR dari fraksi A, B, dan C sebagai berikut :



❖ Hasil uji FT IR fraksi A



Gambar 8. Spectrum FT IR *Sargassum duplicatum* fraksi A (3 kali ulangan).

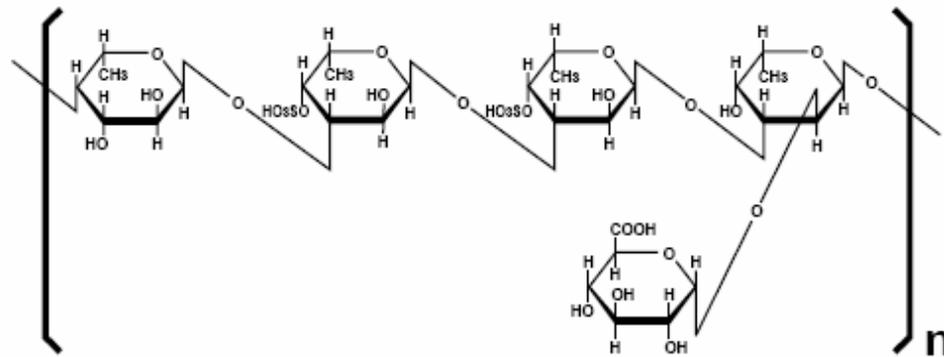


Gambar 9. Spectrum FT IR Standart Fucoidan

Dari Gambar 8, untuk fraksi A diperoleh hasil serapan yang identik, dengan pembacaan sebagai berikut: puncak serapan (peak) pada bilangan gelombang 1600 – 1820 (cm^{-1}) merupakan daerah gugus fungsi C=O (karbonil), peak pada bilangan gelombang 3300 – 3600 (cm^{-1}) yang merupakan daerah gugus fungsi OH (hidroksil), dan peak pada bilangan gelombang 800 – 1225 (cm^{-1}) yang merupakan gugus fungsi sulfat.

Dari gugus fungsi yang didapatkan dalam pembacaan spectrum FT IR, maka fraksi A diperkirakan identik dengan fukoidan yang strukturnya terdiri dari gugus fungsi C=O (karbonil), gugus fungsi OH (hidroksil), dan gugus fungsi sulfat. Apabila dibandingkan dengan hasil uji FT IR dari standart fukoidan (e-merc Jerman) pada Gambar 9, gugus fungsi yang di dapatkan dari fraksi C diperkirakan identik dengan standart.

Dari hasil tiga kali ulangan terhadap fraksi A, didapatkan nilai transmitansi yang berbeda yang menunjukkan perbedaan intensitas dari setiap gugus fungsi yang didapatkan, hal ini dimungkinkan karena molekul dari setiap senyawa selalu bervibrasi, dan vibrasi sendiri dibagi dalam 2 golongan yaitu vibrasi kuat dan vibrasi lemah, kuat lemahnya vibrasi dari suatu gugus fungsi tergantung pada lingkungan (senyawa penyusunnya), energi, dan pelarut yang digunakan. Sedangkan dari hasil spectrum fraksi A apabila dibandingkan dengan hasil spectrum standart fukoidan memiliki intensitas yang berbeda pula dari setiap gugus fungsi yang didapatkan, hal ini dimungkinkan karena species alga cokelat yang digunakan untuk mendapatkan fukoidan berbeda dengan *Sargassum duplicatum*. Struktur fukoidan seperti Gambar 4.

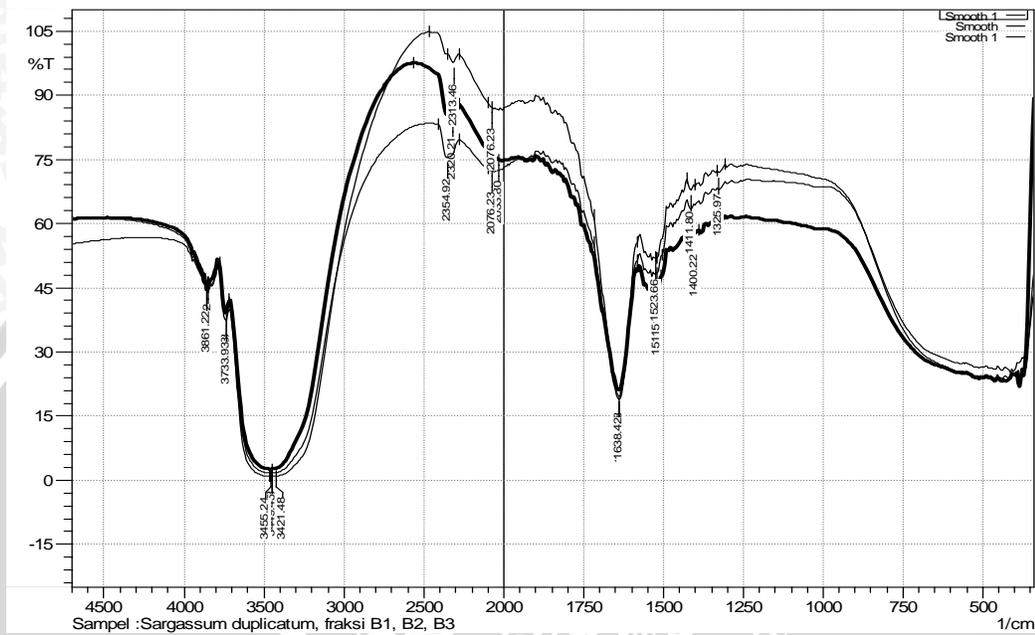


Structure of Fucoidan derived from Okinawa Mozuku

Gambar 4. Struktur fukoidan.

Dari hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan species *Porphyra haitanensis*, Fukoidan yang didapatkan memiliki gugus sulfat yang puncaknya (peak) muncul pada bilangan gelombang 817- 1225 (gugus sulfat) dengan menggunakan FT IR, dan Berat Molekul (BM) sebesar 850 kDa dengan menggunakan high performance size-exclusion chromatography (HPSEC) (Zhang, *et al*, 2003), sedangkan (Rioux, *et al*, 2007) dalam penelitiannya menggunakan tiga species yang berbeda yaitu *Ascophyllum nodosum*, *Fucus fesciculosus*, dan *Saccharina longicruris* yang memiliki berat molekul Fukoidan berturut- turut 13323 kDa, 877 kDa, dan 576 kDa dengan menggunakan High performance *size exclusion chromatography- multiangle laser light scattering* (HPSEC- MALLS). Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa berat molekul Fukoidan yang didapatkan dari species yang berbeda, maka akan didapatkan berat molekul yang berbeda pula. Dalam penelitian isolasi senyawa polisakarida dari alga coklat *Sargassum duplicatum* ini tidak dilakukan uji berat molekul karena dengan segala keterbatasan yang ada.

❖ Hasil uji FT IR fraksi B

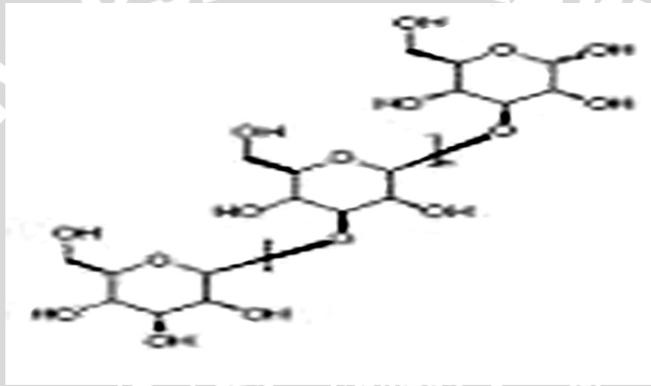


Gambar 10. Spectrum FT IR *Sargassum duplicatum* fraksi B (3 kali ulangan).

Dari Gambar 10, dari fraksi B diperoleh hasil serapan yang identik, dengan pembacaan sebagai berikut: puncak serapan (peak) pada bilangan gelombang 1600 – 1820 (cm^{-1}) merupakan daerah gugus fungsi C=O (karbonil), peak pada bilangan gelombang 3300 – 3600 (cm^{-1}) yang merupakan daerah gugus fungsi OH (hidroksil).

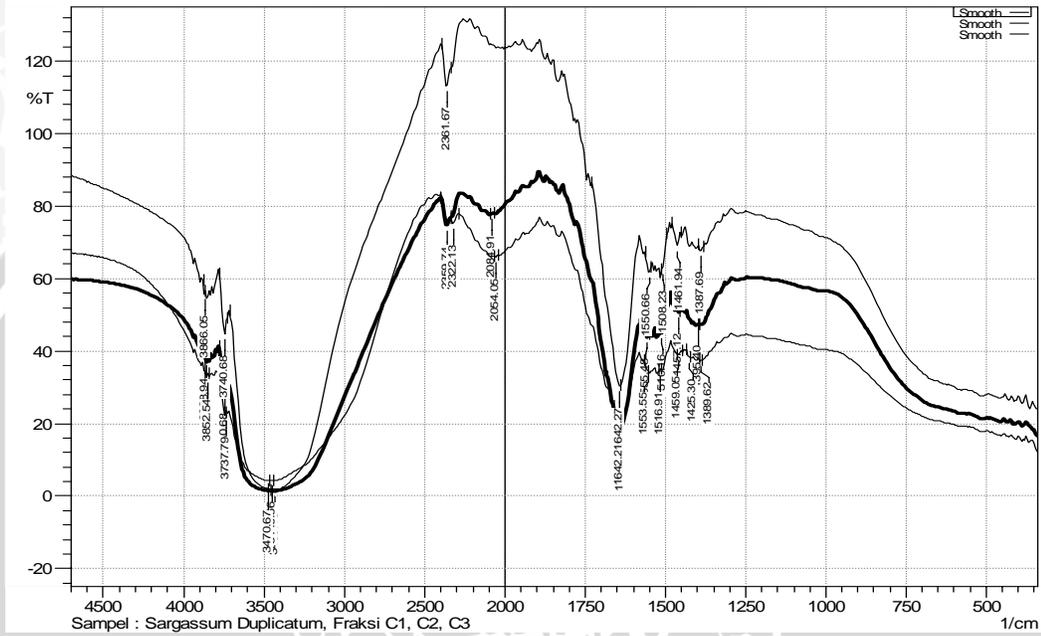
Dari gugus fungsi yang didapatkan dalam pembacaan analisis FT IR, maka fraksi B diperkirakan identik dengan Laminaran yang strukturnya terdiri dari gugus fungsi C=O (karbonil), gugus fungsi OH (hidroksil). Dari hasil tiga kali ulangan terhadap fraksi B, didapatkan nilai transmitansi yang berbeda yang menunjukkan perbedaan intensitas dari setiap gugus fungsi yang didapatkan, hal ini dimungkinkan karena molekul dari setiap senyawa selalu bervibrasi, dan vibrasi sendiri dibagi dalam 2

golongan yaitu vibrasi kuat dan vibrasi lemah, kuat lemahnya vibrasi dari suatu gugus fungsi tergantung pada lingkungan (senyawa penyusunnya), energi, dan pelarut yang digunakan. Karena keterbatasan jangkauan, untuk standar dari Laminaran belum bisa didapatkan. Dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Patier, *et al*, (1993) diperoleh berat molekul dari laminaran sebesar 5000 Da. Struktur laminaran seperti Gambar 3.

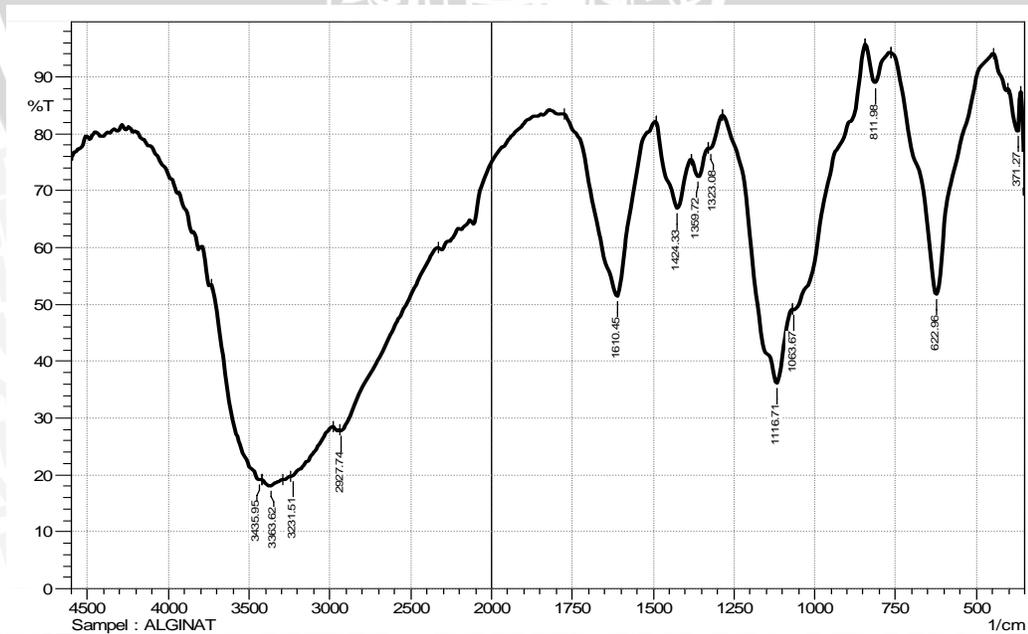


Gambar 3. Struktur Laminaran (Anonymous, 2007^c)

❖ Hasil uji FT IR fraksi C



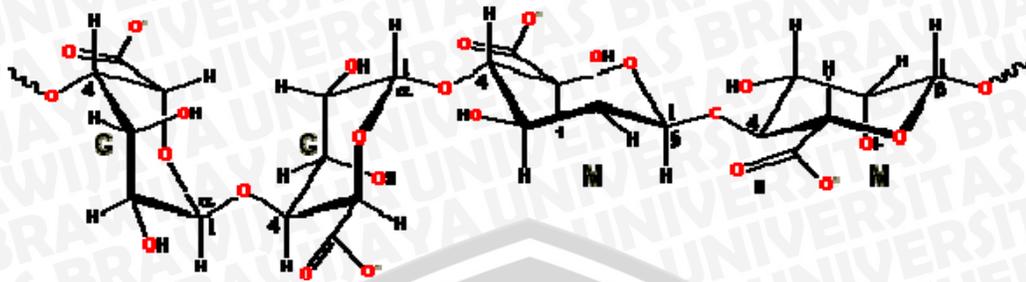
Gambar 11. Spectrum FT IR *Sargassum duplicatum* fraksi C (3 kali ulangan)



Gambar 12. Spectrum FT IR Standart Alginat

Dari Gambar 11, hasil dari fraksi C diperoleh hasil serapan yang identik, dengan pembacaan sebagai berikut: puncak serapan (peak) pada bilangan gelombang 1600 – 1820 (cm^{-1}) merupakan daerah gugus fungsi C=O (karbonil), peak pada bilangan gelombang 3300 – 3600 (cm^{-1}) yang merupakan daerah gugus fungsi OH (hidroksil).

Dari gugus fungsi yang didapatkan dalam pembacaan analisa FT IR, maka fraksi C diperkirakan identik dengan alginat. Dimana strukturnya terdiri dari gugus fungsi C=O (karbonil), gugus fungsi OH (hidroksil). Apabila dibandingkan dengan hasil uji FT IR dari standart alginat pada Gambar 12, gugus fungsi yang di dapatkan dari fraksi C diperkirakan identik dengan standart. Dari hasil tiga kali ulangan terhadap fraksi C, didapatkan nilai transmitansi yang berbeda yang menunjukkan perbedaan intensitas dari setiap gugus fungsi yang didapatkan, hal ini dimungkinkan karena molekul dari setiap senyawa selalu bervibrasi, dan vibrasi sendiri dibagi dalam 2 golongan yaitu vibrasi kuat dan vibrasi lemah, kuat lemahnya vibrasi dari suatu gugus fungsi tergantung pada lingkungan (senyawa penyusunnya), energi dan pelarut yang digunakan.. Sedangkan dari hasil spectrum fraksi C apabila dibandingkan dengan hasil spectrum standart alginat memiliki intensitas yang berbeda pula dari setiap gugus fungsi yang didapatkan, hal ini dimungkinkan karena species alga coklat yang digunakan untuk mendapatkan alginat berbeda dengan *Sargassum duplicatum*. Struktur alginat seperti Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Alginat (Anonymous, 2006^c).

Dari hasil penelitian sebelumnya oleh Rioux, *et al*, (2007) dengan menggunakan tiga species yang berbeda yaitu *Ascophyllum nodosum*, *Fucus fesciculosus*, dan *Saccharina longicuris* yang memiliki berat molekul alginat berturut-turut sebesar 177,3 ; 154,9 ; dan 106,6 kDa. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa berat molekul alginat yang didapatkan dari species yang berbeda, maka akan didapatkan berat molekul yang berbeda pula. Dalam penelitian isolasi senyawa polisakarida dari alga coklat *Sargassum duplicatum* ini tidak dilakukan uji berat molekul karena dengan segala keterbatasan yang ada.

4.2.2 Analisis Total Gula

Polisakarida merupakan polimer dari monosakarida yang tersusun dalam rantai bercabang atau lurus. Derajat polimerisasi polisakarida dinyatakan dalam DP (*Degree of Polymerization*), misalnya : DP selulosa sebesar 7000 – 15000. Polisakarida juga biasa disebut sebagai glikan. Berdasarkan unit pembentuknya, glikan terbagi menjadi 2 kelompok : homoglikan (selulosa, pati, amilopektin) dan heteroglikan (algin, gum). Polisakarida yang sering digunakan dalam industri pangan adalah agar, alginate, carragenan, LBG, pectin, CMC, modified starch dan xanthan gum (Anonymous, 2007^h).

Fukoidan yang merupakan salah satu polisakarida yang di dapatkan dari alga coklat *Analipus japonicus* memiliki komposisi sebagai berikut fucose, sulfate,

galactose, xylose, glukosa, dan mannose (Bilan, *et al*, 2006). Sedangkan Laminaran apabila dilihat dari susunan karbohidratnya komponen dari laminaran terdiri dari glukosa dan mannit atau mannitol. Karena dari sebagian besar komposisi dari polisakarida adalah berbagai jenis gula, serta karena dengan segala keterbatasan maka dalam penelitian ini dilakukan uji total gula dari masing-masing fraksi A, B, dan C.

Hasil analisis total gula terhadap fraksi A, B, dan C dari ekstrak alga coklat *Sargassum duplicatum* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis total gula dari fraksi A, B, dan C

Kode	total Gula dalam %/ 100ml
Fraksi A	2,24
Fraksi B	1,45
Fraksi C	2,80

* masing-masing fraksi dilakukan 3 kali ulangan

Pada fraksi A memiliki rata-rata nilai total gula sebesar 2,24 %/ 100 ml, fraksi B memiliki rata-rata nilai total gula sebesar 1,45%/100 ml, dan pada fraksi C memiliki rata-rata nilai total gula sebesar 2,8%/100 ml. Dari hasil analisis total gula yang diperoleh dari masing-masing fraksi berbeda, hal ini dimungkinkan karena setiap polisakarida tersusun atas jenis gula yang berbeda-beda.

4.2.3 Analisis Kadar Seng (Zn)

Seng (Zn) adalah unsur hara mikro esensial bagi manusia, hewan, dan tumbuhan tingkat tinggi (Lahuddin, 2007). Menurut Indroyono (2005), tingginya khasiat rumput laut tidak terlepas dari bahan alami yang dikandungnya, seperti yodium (I₂), seng (Zn), dan selenium (Se). Sementara itu, bila tubuh kekurangan seng dan selenium, bisa berakibat terkena kanker. Secara spesifik fungsi dari mineral Zn yaitu berperan dalam

fungsi enzim, kesempurnaan struktural tubuh, meregulasi dari aksi- aksi hormon, Zn juga diketahui berperan dalam fungsi- fungsi dasar DNA, RNA polimerase, terlebih lagi Zn diduga dapat menstabilkan nucleotida (DNA, RNA) dengan baik (Smith, 1990). Hasil dari analisis kadar Zn dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis kadar Zn pada bahan baku dan fraksi hasil dari ekstrak *Sargassum duplicatum*

Parameter	sampel	kode	Kadar
Zn	<i>Sargassum duplicatum</i>	Bahan Baku	76,7 ±0,03 mcg
Zn	Ekstrak <i>Sargassum duplicatum</i>	A	0,0290±0,03 mcg
Zn	Ekstrak <i>Sargassum duplicatum</i>	B	0,0067±0,00 mcg
Zn	Ekstrak <i>Sargassum duplicatum</i>	C	Tidak terdeteksi

* masing- masing fraksi dilakukan pengujian dengan 3 kali ulangan

Dari hasil analisis kadar Zn diketahui bahwa *Sargassum duplicatum* yang di gunakan sebagai bahan baku memiliki kadar Zn sebesar 76,7±0,03 mcg. Sedangkan untuk hasil ekstraksi, fraksi A mengandung rata- rata Zn sebesar 0,0290±0,03 mcg, untuk fraksi B rata-rata Zn sebesar 0,0067±0,00 mcg , untuk fraksi C tidak terdeteksi adanya Zn.

Pada salah satu produk pangan fungsional yang berbentuk kapsul dengan bobot berbobot 1800 mg "Nutrilife Brown Seaweed" yang berasal dari ekstrak Alga Cokelat *Laminaran Japonica* memiliki komposisi Zn sebesar 91,80 mcg (Anonymous, 2004). Kadar Zn yang di peroleh dari Fraksi A dan B masih berada di bawah kadar Zn dari produk "Nutrilife Brown Seaweed" Dari hasil analisis kadar Zn bahan baku *Sargassum duplicatum* dan hasil pengujian dari ekstraksinya yaitu fraksi A, B, dan C terjadi retensi, dimana semakin lama proses ekstraksi kadar Zn semakin sedikit bahkan sampai tidak terdeteksi pada fraksi C, hal ini dimungkinkan terjadi karena kemampuan setiap

struktur dari masing- masing fraksi untuk mengikat logam Zn berbeda- beda, untuk fraksi A yang dimungkinkan identik dengan fukoidan, yang mana secara umum struktur dari fukoidan memiliki gugus sulfat yang merupakan senyawa anorganik maka dengan adanya gugus sulfat tersebut akan mengganggu kestabilan dari strukturnya sehingga ikatan akan melemah dan akan mudah berinteraksi dengan Zn, karena hal tersebut fraksi A dapat mengikat lebih banyak Zn bila dibandingkan dengan fraksi B. Untuk fraksi B yang diperkirakan identik dengan laminaran, dari struktur laminaran secara umum dapat diketahui bahwa salah satu penyusun strukturnya terdiri dari atom O yang memiliki elektron bebas sebanyak 2, sehingga elektron bebas tersebut dapat di sumbangkan pada Zn, karena hal tersebut pada fraksi B juga terdeteksi adanya Zn. Untuk fraksi C yang diperkirakan identik dengan alginat, apabila dilihat dari strukturnya, polisakarida ini dapat menerima Zn yaitu dengan adanya atom O yang bebas, namun karena sebagian besar asam pada struktur alginat memiliki ikatan hidrogen, sehingga menyebabkan elektron bebas tersebut berinteraksi dengan monomer dari struktur alginat itu sendiri, karena hal tersebut pada fraksi C tidak terdeteksi adanya Zn.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Bahan baku Alga Coklat *Sargassum duplicatum* yang di gunakan dalam penelitian memiliki kadar abu rata- rata sebesar $20,23 \pm 0,06$ %, dengan kadar air rata- rata sebesar $85,35 \pm 0,2$ % kadar Pb sebesar $0,4 \pm 0,02$ mg./kg. dan kadar Zn sebesar $76,7 \pm 0,03$ mcg.

Dari hasil ekstraksi alga coklat *Sargassum duplicatum* menghasilkan 3 fraksi A, B, dan C, dimana fraksi A diperkirakan identik dengan Fukoidan dengan nilai kadar total gula sebesar 2,24%/100 ml dan kadar Zn $0,0290 \pm 0,03$ mcg, fraksi B diperkirakan identik dengan Laminaran dengan nilai kadar total gula sebesar 1,45%/100 ml dan kadar Zn $0,0067 \pm 0,00$ mcg, dan fraksi C yang diperkirakan identik dengan Alginate dengan nilai kadar total gula sebesar 2,8%/100ml dimana untuk kadar Zn tidak terdeteksi.

5.2 Saran

- Disarankan dilakukan Identifikasi lebih lanjut terhadap polisakarida yang di dapatkan dari penelitian ini mengenai berat molekul dan struktur, serta komposisi jenis gula dari masing- masing fraksi A, B, dan C dari Alga Coklat *Sargassum duplicatum*.
- Disarankan dilakukan ekstraksi Alga Coklat *Sargassum duplicatum* dengan menggunakan metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad A dan Pramudiyanti. 2006. Evaluasi Kandungan Logam Timbal (Pb) Dalam *Enhalus Acoroides* Linn. (Ilalang Laut) Di Perairan Lempasing Bandar Lampung. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung. Bandarlampung. Diterbitkan Oleh Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung
- Amin B. 2002. Jurnal Distribusi Logam Berat Pb, Cu Dan Zn Pada Sedimen Di Perairan Telaga Tujuh Karimun Kepulauan Riau.Faperika, Universitas Riau. Riau.
- Anggadiredja. J, A. Zalnika., H. Purwoto., dan S. Istini. 2006. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal 6-7.
- Anonymous. 1975. Prosedur analisa Kimia Kompetisi Dan Kesegaran Ikan. Akademi Usaha Perikanan; Jakarta.
- , 2004^a. Aspek Produksi Rumput Laut. <http://www.bi.go.id>. Diakses Pada Tanggal 8 Februari 2007
- , 2004^b. (Iklan Indonesia) Digest Number 5498.htm. <http://Mail.Yahoo.Com/>. Diakses tanggal 7 desember 2007
- , 2006^a. http://kimia.fmipa.unair.ac.id/kuliah/ka3/hplc_01_tentang_hplc.htm. Diakses tanggal 7 desember 2007
- , 2006^b. <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0307/23/bahari/431127.htm>. Diakses tanggal 7 desember 2007
- , 2006^c. Alginate. <http://www.isbu.ac.uk> Diakses Pada Tanggal 8 Februari 2007
- , 2007^a. —alga laut sebagai bio industri.—<http://www.chem-is-try.org/?sect=fokus&ext=24>. Diakses Pada Tanggal 8 Februari 2007.
- , 2007^b. <http://www.pikiranrakyat.com/cetak/2005/1205/04/hikmah/lainnya02.htm>. Diakses tanggal 30 januari 2008
- , 2007^c. <http://www.chem-is-try.org/index.php?sect=fokus&ext=19>. Diakses tanggal 30 januari 2008.
- , 2007^d. <http://en.wikipedia.org/wiki/Fuoidan>. Diakses tanggal 7 desember 2007
- , 2007^e.http://www.mail-archive.com/iklan_mini@yahoo.com/msg06934.html. Diakses tanggal 30 januari 2008.

- , 2007^f. http://www.maik.ru/abstract/biochem/7/biochem1_7p88abs.htm. Diakses tanggal 30 januari 2008.
- , 2007^g. <http://www.dydra.com/biomolekul/Polisakarida.html>. Diakses tanggal 4 Februari 2008.
- , 2007^h. <http://www.pikirarakyat.com/cetak/2005/1205/04/hikmah/lainnya02.htm>. Diakses tanggal 4 Februari 2008.
- , 2007ⁱ. Zamel sirup Multinutrien pelengkap untuk tumbuh kembang anak. www.medicastore.com. Diakses tanggal 30 januari 2008
- , 2007^k. Rumput Laut, Alternatif yang Terlupakan. <http://halalguide.info>.
- , 2008. <http://en.wikipedia.org/wiki/etanol>. Diakses tanggal 22 maret 2008
- AOAC. 1970. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Apriyantono, A. D. Fardiaz., N L. Puspitasari, Sedarnawati dan S. Budyanto. 1989. Petunjuk Laboratorium, Analisa Pangan. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Ttinggi Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi IPB. Bogor
- Aslan. L. M. 1993. Budidaya Rumput Laut. Kanisius. Yogyakarta. Hal 30.
- Atmadja, W. S. Kadi. A. Sulistijo. Rachmaniar. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta
- Bilan M.I , A. N. Zakharova, A. A. Grachev, A. S. Shashkov, N. E. Nifantiev, and A. I. Usov. 2006. journal of Polysaccharides of Algae: 60.Fucoidan from the Pacific BrownAlga *Analipus japonicus* (Harv.) Winne (Ectocarpales, Scytosiphonaceae).Zelinsky Institute of Organic Chemistry, Russian Academy of Sciences, Leninskii pr. 47, Moscow, 119991 Russia
- Cai Yuepiao, X Changhu Jiang, X Lin Hong, X Qiang Zhao Xue. 2006. Journal Effects of Fucoidan on Enzymes of *Penaeus Chinensis* Immune (Aquatic Products Safty Lab. Ocean University of China, Qingdao 266003. China
- deMan J. M. 1997. Kimia Makanan edisi kedua. ITB. Bandung .
- Djazuli, N. Dan D. Budiyanto. 1997. Teknologi Pengolahan Alginat dari Beberapa jenis Rumput Laut Marga *Sargassum* sp. Jurnal Pasca Panen Perikanan Vol. VI No. I
- Evan, P. 2007. Alga Laut Sebagai biotarget Industri. www.google.co.id

- Hadik. 2008. Petunjuk Penggunaan Alat FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Laboratorium Instrument Jurusan Kimia Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. Malang
- Hadiwiyoto, S. 1983. Hasil-Hasil Olahan, Susu, Ikan, Daging dan Telur. Liberty. Yogyakarta. Hal 57.
- Hartono, J. 1996. Jurnal Isolasi dan karakterisasi komponen utama daun *Solatium capsicasIntm* Linn. Jurusan Kimia.FMIPA UNPAD. Bandung
- Herlina. 1995. Jurnal Isolasi dan identifikasi senyawa flavonoid pada endapan fasa eter ekstrak metanol-air dari bunga kenikir (*Tagetes crecta* Linn.). fakultas Farmasi. Universitas Surabaya. Surabaya
- Indrajati K, R Budiono, D Indriany, Nanik S. Wilujeng. 2005. Jurnal Studi Kandungan Logam Berat Dalam Daging Ikan Dari Tambak Yang Dekat Dan Yang Jauh Dari Daerah Industri.Laboratorium Kimia Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Surabaya. Surabaya
- Indroyono. 2005. <http://www.suarapembaruan.com/News/2005/06/09/Jabotabe/jab12.htm>
- Johnson. A. R, K. B Gouvi. 1992. Statistic Principles and Methods. University Dt Wissensin at Madison. John Willey and Sons Inc. New York
- Lahuddin. 2007. Aspek Unsur Mikro Dalam Kesuburan Tanah. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Liestiaty Fachruddin. 2007. Dampak Pencemaran Pantai Dan Laut Terhadap Kesehatan Manusia. Universitas Hasanuddin. Makasar
- Linder M. C. 1998. Biokimia Nutrisi Dan Metabolisme. Department of Chemistry California State University. Fullerton. Diterjemahkan oleh Amiruddin Universitas Indonesia. Jakarta
- Maruyama H and I. Yamamoto. 2006. journal An Antitumor Fucoidan Fraction From An Edible Brown Seaweed Laminaria Religiosa. Department of Pathology, Kitasato University School of Hygienic Sciences, Sagamihara, Kanagawa. Japan
- Ndraha, T. 1981. Research : Teori, Metodologi, Administrasi. PT. Bina Aksara. Jakarta
- Noor, I. 1991. Metodologi Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial. PPIIS UNIBRAW dengan RUL-Social Science Project. Malang

- Pattier, P., Y Vin, J.-C Kloareg, B Lienart, dan Rochas. 1993. journal Sea-Weed Liquid Fertilizer From Ascorphyllum Nodosum Contain Elicitor Of Plant D-glycanases. Journal Of Applied phycology, 5, 343-349.
- Poncomulyo T, H maryani, L kristiani. 2007. Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut. Agromedia. Surabaya
- Respati . 1980. Kimia Organik. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Rioux L.E , S.L. Turgeon , M. Beaulieu. 2007. Journal Of Characterization Of Polysaccharides Extracted From Brown Seaweeds. Institute Des Nutraceutiques Et' Des Aliments Fonctionels, Faculte' Des Sciences De' Agriculture Et De' Alimentation, Universite Laval. Que. Canada.
- Rosalin. M. 2001. Studi Pronotipe sistem Pengeringan Hampa Dengan Menggunakan Pompa Vakum Ojektor Tenaga Uap (Studi Pada Jagung Marning). Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ryanto. R. 2007. Industri Alginat (Peluang dan Potensinya) www.kabarindonesia.com
- Smith K. T. 1990. Trace Mineral In Food. Marcel Dekker, Inc. New York
- Stevanus. 2007. Wawancara pribadi. Toko sari kimia. Malang
- Sudarmadji, S. Haryono, B dan Suhardi. 1989. Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian. Liberty; Yogyakarta.
- Sugiharto E. 1998. Hand Out Mata Kuliah Peralatan Penelitian. Program Pasca Sarjana UGM Program Studi Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Suhardjono. 1995. Pengetahuan, Ilmu, Filsafat Ilmu dan Penelitian. Universitas Brawijaya. Malang
- Sumardi, J, A. Sasmito, B, B. Handoko. 1992. Kimia Dan Mikrobiologi Pangan Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan. UB; Malang.
- Surakhmad, W. 1994. Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar. Tarsito. Bandung
- Sutanto H, A Gani, B Kuswadi. 2002. Profil Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Dalam Daging Kupang (*Tellina versicolor*). Jurusan Kimia Fakultas MIPA. Universitas Jember. Jember
- Syarifuddin N. 1995. Ikatan Kimia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

- Tazwir. 2000. Jurnal Metode Ekstraksi Asam Alginat Dari Rumput Laut Cokelat. Prosiding seminar hasil penelitian perikanan. Jakarta
- Usov AI . (1998). Journal Structural analysis of red seaweed galactans of agar and carrageenan groups. Food Hydrocoll 12:301–308
- Usov AI, Velde F van de, Knutsen SH, Rollem HS, Cerezo AS (2002). Journal 1H and 13C high resolution NMR spectroscopy of carrageenans: application in research and industry. Trends Food Sci 13:73–92
- Taib. G., Gumbiro. S dan Sutedja. W. 1988. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian. PT. Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta
- Wallace. R. A. 1992. Biology The World Of Life. Sixth Edition Harper Collins Inc. New York. P 840.
- Widjanarko, S, B. 1990. Diktat Kuliah Analisa Hasil Pertanian Jilid I. Universitas Brawijaya; Malang.
- Wikanta, T. 1996. prospek Pengembangan dan Pemanfaatan Rumput Laut Cokelat (phaeophyceae) di Indonesia Sebagai Sumber Alginat. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta
- Winarno, F. G., S. Fardiaz., dan D. Fardiaz. 1990. Pengantar Teknologi Pangan. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal 1 dan 59.
- . 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. Hal 15-16 dan 72.
- Yamamoto, I., M., Takahashi, E., Tamura & H. Maruyama, 1982. Journal Antitumoractivity of crude extracts from edible marine algae against L-(210 leukemia). Bot. mar. 25 : 455-457.
- Yani dalam Dahliyah. 2002. jurnal Pengaruh Perbedaan Metode Pengolahan Rumput Laut Cokelat Sargassum sp Terhadap Sifat Fisiko Kimia Natrium Alginat Yang Di Hasilkan. Laporan Skripsi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Yunizal. 2004. Teknologi Pengolahan Alginat. Pusat Riset Pengolahan Produk Dan Social Ekonomi Kelautan Dan Perikanan. Jakarta
- Zhang Q, Ning Li, Xiguang Liu, Zengqin Zhao, Zhien Li and Zuhong Xu. 2003. Journal The Structure Of A Sulfated Galactan From Porphyra Haitanensis and Its In Vivo Antioxidant Activity. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, PRChina.

Zvyagintsevaa, T. N., N. M. Shevchenkoa., A O. Chizhovb, T. N. Krupnovac,
E. V. Sundukovaa., And V. V. Isakova. 2003. Water-Soluble
Polysaccharides Of Some Far-Eastern Brown Seaweeds. Distribution,
Structure, And Their Dependence On The Developmental Conditions.
Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology 294 (2003) 1– 13



Lampiran 1. Jumlah Residu dan Gambar dari ekstraksi *Sargassum duplicatum*

Tabel 6. Jumlah Residu dari Ekstraksi *Sargassum duplicatum*

Ulangan	Sampel	Berat Awal kering (g)	Berat Akhir (g)	Rendemen (%)
1	<i>Sargassum duplicatum</i>	30	23,77	79,23
2	<i>Sargassum duplicatum</i>	30	23,17	77,23
3	<i>Sargassum duplicatum</i>	30	23,51	78,37



Gambar 13. Residu dari proses ekstraksi *Sargassum duplicatum*

Lampiran 2. Perhitungan Bahan Kimia Yang Di Gunakan Dalam Penelitian

- ❖ Alkohol 85 % dalam 1000 ml

$$V1 * K1 = V2 * K2$$

$$V1 * 96 \% (\text{alkohol murni dari toko kimia}) = 1000 \text{ ml} * 85 \%$$

$$V1 = 85.000 / 96$$

$$V1 = 885,42 \text{ ml}$$

Jadi untuk mendapatkan alkohol 85 % aquabides yang harus di tambahkan sebanyak =
 $1000 \text{ ml} - 885,42 \text{ ml} = 114,58 \text{ ml}$ (aquabides)

- ❖ CaCl_2 2% dalam 1000 ml

$$2 \% / 100 \% * 1000 \text{ ml} (\text{volume yang diinginkan}) = 20 \text{ gr}$$

Jadi dilarutkan 20 gr CaCl_2 didalam 1000 ml aquabides menggunakan labu takar 1000 ml

- ❖ HCl 0,01 M dalam 1000 ml

$$\text{HCl pekat } 35 \% (\text{ dari toko kimianya }) \quad p = 1,19 \text{ Kg} (\text{ketetapan})$$

$$M \text{ HCl} = 1000 * 35 \% / 100\% * 1,19 \text{ Kg} / 36,5 \text{ kg} (\text{ketetapan}) = 11,41 \text{ M}$$

$$V1 * M1 = V2 * M2$$

$$V1 * 11,41 = 1000 * 0,01$$

$$V1 = 10 / 11,41 = 0,88 \text{ ml}$$

Jadi untuk mendapatkan HCl 0,01 M sebanyak 1000 ml dibutuhkan HCl pekat sebanyak 0,88 ml

- ❖ Na_2CO_3 3 % dalam 1000 ml

$$3\% / 100\% * 1000 \text{ ml} = 30 \text{ gr}$$

Jadi dilarutkan 30 gr Na_2CO_3 dalam 1000 ml aquabides menggunakan labu takar 1000 ml

Lampiran 3. Alat FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)



Gambar 14. Alat FT IR 8400 s ZHIMADZU



Gambar 15. SPECAC Tempat Cetakan Pelet Kbr dan Sampel

Lampiran 4. Prosedur Pengujian Menggunakan FT IR

Prosedur Preparasi Sampel FT IR (Hadik, 2008)

- Pembuatan Pelet KBr

KBr yang di gunakan yaitu Jenis Spektro Grade, langkah pertama KBr di oven pada suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ Jam}$, selanjutnya ditumbuk halus : apabila sampel padat maka langsung dicampurkan kedalam KBr tersebut serta ditumbuk halus bersama KBr, dg perbandingan KBr : Sampel (10 : 1), Setelah KBr ditumbuk halus kemudian di cetak / dipress pada alat pengepresan pellet KBr dan pellet siap diukur pada FT IR., namun apabila sample cair maka setelah KBr menjadi pellet barulah sampel diteteskan (antara 2 – 3 tetes). dan siap diukur pada FT IR.

Prosedur Penggunaan FTIR – 8400S SHIMADZU (Hadik, 2008)

- Tahap Awal

FTIR di hubungkan pada sumber tegangan 220 volt, selanjutnya dinyalakan alat FT IR dengan menekan tombol ON diikuti dengan menyalakan Komputer. dipilih program [IR SOLUTION] dan diklik 2x pada program [IR SOLUTION] untuk masuk ke dalam program. Dilanjutkan memilih menu [MEASUREMENT] yang ada pada *Function Tabs*, dan memilih menu [MEASUREMENT] yang ada pada *Menu Bar* dengan mengklik [INITIALIZE] kemudian TUNGGU sampai komputer terhubung dengan alat FTIR.

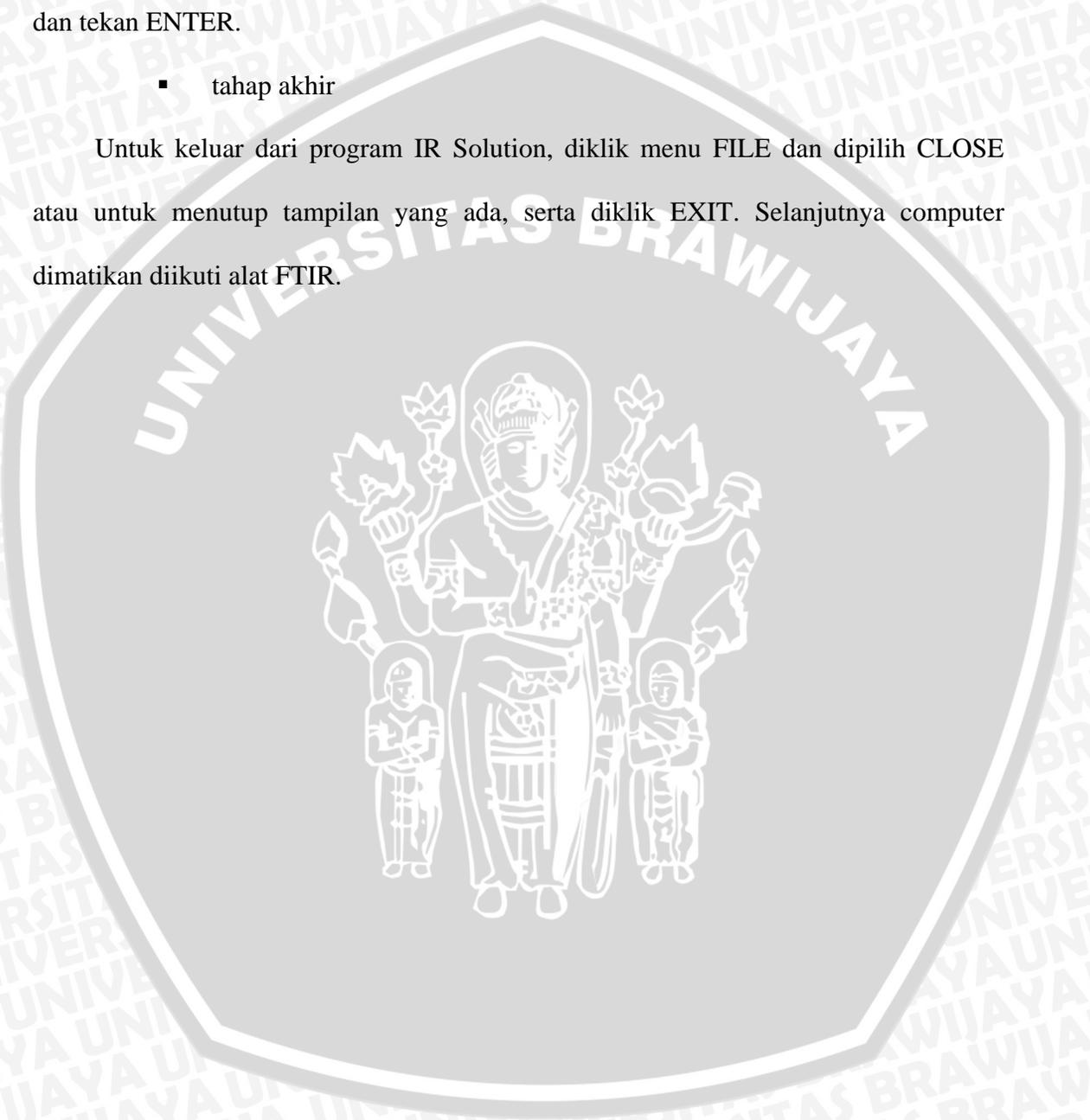
- Pengukuran Sampel

Sebelum dilakukan pengukuran sample, *Sample Compartment* (ruangan di dalam alat yang disediakan untuk tempat sampel) dikosongkan terlebih dahulu dan diklik background [BKG] serta ditunggu hingga proses scanning selesai. Langkah

selanjutnya membuka sample compartment dan masukkan sampel, kemudian ditutup alat FT IR dan tunggu hingga proses scanning selesai. Untuk mencetak hasil, klik menu FILE dan dipilih PRINT selanjutnya dipilih bentuk TEMPLATE yang diinginkan dan tekan ENTER.

- tahap akhir

Untuk keluar dari program IR Solution, diklik menu FILE dan dipilih CLOSE atau untuk menutup tampilan yang ada, serta diklik EXIT. Selanjutnya computer dimatikan diikuti alat FTIR.



Lampiran 5. Prosedur Pengujian Total Gula (Apriyantono *et al.*, 1989)

Prinsip dari metode ini yaitu Anthrone (9,10-dihydro-9-oxanthracene) merupakan hasil reduksi anthraquinone. Anthrone bereaksi secara spesifik dengan karbohidrat dalam asam sulfat pekat menghasilkan warna biru kehijauan yang khas.

❖ Pereaksi

Pereaksi anthrone yang di gunakan sebanyak 0,1 % dalam asam sulfat pekat dan dibuat hanya pada waktu hari akan digunakan, karena tidak stabil dan hanya tahan 1 hari. Selanjutnya di sediakan larutan glukosa standar 0,2 mg/ml, dibuat larutan 200 mg glukosa dalam 100 ml aquades, dan diambil 10 ml encerkan menjadi 100 ml (1 ml=0,2 mg glukosa).

❖ Peralatan

Alat- alat yang di gunakan antara lain : pipet 1 ml dan 5 ml, tabung reaksi, kelereng/ corong kecil, waterbath 100°C, spectofotometer, dan kuvet.s

❖ Cara Kerja

Pembuatan Kurva Standar

Dipipet kedalam tabung reaksi 0,0 (blanko), 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 ml larutan glukosa standar. Selanjutnya ditambahkan air sampai total volume masing-masing tabung reaksi dan ditambahkan dengan cepat 5 ml pereaksi anthrone ke dalam masing-masing tabung reaksi serta tabung reaksi ditutup (dapat digunakan kelereng) dicampur merata. Langkah selanjutnya ditempatkan dalam water bath 100 0 C (rendam dalam air mendidih), setelah 12 menit dinginkan dengan cepat menggunakan air mengalir dan dipindahkan ke dalam kuvet, serta membaca absorbansinya pada 630 nm. Dari hasil di buat kurva hubungan antara absorbans debgan mg glukosa.

Penetapan Sample

Dimasukkan 1 ml sample (dari persiapan sample) ke dalam tabung reaksi, selanjutnya dilakukan tahap 2 samapi 6 seperti pada pembuatan kurva standart dan ditentukan konsentrasi total gula dalam sample.



Lampiran 6. Prosedur Pengujian Kadar Abu (Sudarmadji, *et al.*, 1996)

- ❖ Prosedur kerja untuk mendapatkan kadar abu sebagai berikut :

Dikeringkan kurs porselen bersih di dalam oven bersuhu 105 °C selama semalam, selanjutnya kurs porselen dimasukkan desikator selama 15-30 menit dan ditimbang. ditimbang sampel kering halus sebanyak 2 gram, dan dimasukkan sampel kedalam kurs porselen serta diabukan didalam muffle bersuhu 650 °C sampai seluruh bahan terabukan (abu berwarna keputih-putihan). Langkah selanjutnya masukkan sampel dan kurs porselen ke dalam desikator selama 15-30 menit kemudian ditimbang dan dihitung kadar abu menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{berat akhir} - \text{berat kurs porselen}}{\text{berat awal sampel (gram)}} \times 100 \%$$



Lampiran 7. Prosedur Pengujian Kadar Air (Sudarmadji, *et al.*, 1996)

- ❖ Prosedur pengujian untuk mendapatkan kadar air sebagai berikut :

Dibersihkan botol timbang beserta tutupnya dan dikeringkan didalam oven selama 24 jam dengan suhu 105° C dengan tutup terbuka. Selanjutnya dimasukkan botol timbang ke dalam *desikator* selama 15-30 menit, dan ditimbang botol timbang untuk mengetahui beratnya. Langkah berikutnya dimasukkan sampel halus sebanyak ± 2 gram ke dalam botol timbang dan dieringkan dalam oven pada suhu 105° C dengan tutup setengah terbuka selama 24 jam. Setelah 24 jam botol timbang dimasukkan kedalam *desikator* 15-30 menit dan ditimbang untuk mengetahui berat akhirnya. Penimbangan dilakukan berulang kali sampai diperoleh berat konstan (Selisih penimbangan berturut-turut < 0,2 mg). Kadar air di hitung menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air (Wb)} = \frac{\text{Berat sampel awal} - (\text{Berat akhir} - \text{Berat botol timbang})}{\text{Berat awal sampel}} \times 100$$