

PENGARUH PERBEDAAN KONDISIBAHAN BAKU *Eucheuma cottonii*  
PADA UMUR PANEN 60 HARITERHADAP KUALITAS KARAGINAN

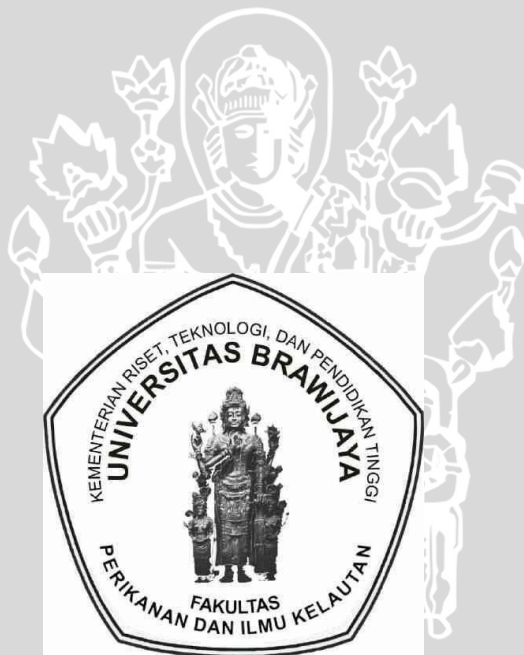
SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh :

FAIZUL AMAM

NIM. 115080313111010



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015

PENGARUH PERBEDAAN KONDISIBAHAN BAKU *Eucheuma cottonii*  
PADA UMUR PANEN 60 HARITERHADAP KUALITAS KARAGINAN

SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Sebagai Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
Di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya

Oleh :

FAIZUL AMAM

NIM. 115080313111010

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015

SKRIPSI

PENGARUH PERBEDAAN KONDISIBAHAN BAKU *Euclidean cottonii*  
 PADA UMUR PANEN 60 HARITERHADAP KUALITAS KARAGINAN

Oleh :

FAIZUL AMAM

NIM. 115080313111010

telah dipertahankan di depan penguji  
 pada tanggal 27 Oktober 2015  
 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

SK Dekan No. : \_\_\_\_\_

Tanggal : \_\_\_\_\_

Menyetujui,

Dosen Penguji I,

Dosen Pembimbing I,

Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes

NIP. 19611022 198802 2 001

Tanggal :

Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP

NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal :

Dosen Penguji II,

Dosen Pembimbing II,

Dr. Ir. Bambang Budi Sasmito, MS

NIP. 19570119 198601 1 001

Tanggal :

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal :

Mengetahui,  
 Ketua Jurusan MSP,

Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal :



**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 27 Oktober 2015

Mahasiswa

Faizul Amam

NIM. 115080313111010



## UCAPAN TERIMA KASIH

Atas selesainya penulisan laporan ini, penulis mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu senantiasa melindungi dan melancarkan segala urusan hamba-Nya.
2. Bapak Abd. Salam, Ibu Qomariyah, mbak Kholiyatin, adik Analiya Wafi dan segenap keluarga besarku yang selalu saya hormati dan sayangi, atas do'a, motivasi dan segala dukungannya.
3. Bapak Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP dan Bapak Dr. Ir. Happy Nursyam, MS sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam mengerjakan laporan ini.
4. Ibu Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes dan Bapak Dr. Ir. Bambang Budi S., MS selaku dosen penguji yang telah menguji, mengoreksi dan memperbaiki laporan ini sehingga dapat terselesaikan dengan sempurna.
5. Seluruh dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan wawasan dan pengetahuan selama saya menempuh kuliah sehingga saya bisa menyelesaikan laporan dengan baik.
6. Teman – teman seperjuangan bimbingan Pak Firdaus, teman 1 tim karaginan 'cottonii' Suyono dan Eka Puji Lestari, teman – teman THP angkatan 2011 yang telah membantu dan memberikan dorongan semangat dalam menyelesaikan penyusunan laporan ini, semoga kita menjadi orang – orang yang sukses dan berguna di lingkungan masyarakat. Amin ...

## RINGKASAN

**FAIZUL AMAM**. Pengaruh perbedaan kondisi bahan baku *Eucheuma cottonii* pada umur panen 60 hari terhadap kualitas karaginan. (Dibawah bimbingan **Dr. Ir. MUHAMAD FIRDAUS, MP** dan **Dr. Ir. HAPPY NURSYAM, MS**).

*Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut dari kelompok *Rhodopyceae* (alga merah) yang mampu menghasilkan karaginan. Karaginan adalah polisakarida yang diekstraksi dari beberapa spesies rumput laut atau alga merah dan galaktan tersulfatasi linier hidrofilik. Polimer ini merupakan pengulangan unit disakarida. Galaktan tersulfatasi ini diklasifikasi menurut adanya unit 3,6 anhidrogalaktosa (DA) dan posisi gugus sulfat. Karaginan yang dihasilkan adalah jenis kappa karaginan. Sifat karaginan bervariasi, tergantung pada umur panen, kondisi lingkungan tumbuh, waktu pertumbuhan, proses ekstraksi dan penanganan pasca panen.

Salah satu tahapan pasca panen yang sangat berpengaruh terhadap kualitas karaginan adalah pada saat penanganan bahan baku. Penanganan pasca panen dimulai sejak setelah tanaman dipanen, yaitu pencucian, pelepasan rumput laut dari tali pengikat, pengeringan, pembersihan kotoranan (sortasi), pengepakan, pengangkutan dan penyimpanan. Salah satu penyebab rendahnya mutu rumput laut sebagai bahan baku karaginan adalah penanganan pasca panen yang kurang baik. Pada proses pascapanen apabila tidak dilakukan dengan baik maka dapat menyebabkan *thallus* banyak yang patah. Kondisi patah memungkinkan keluarnya getah rumput laut saat pengeringan yang mempengaruhi kualitas karaginan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan kondisi bahan baku *E. cottonii* pada umur panen 60 hari pada kondisi utuh, patah dan campuran terhadap kualitas karaginan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 (tiga) perlakuan dan 3 (tiga) kali ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu *E. cottonii* utuh, *E. cottonii* patah dan *E. cottonii* campuran utuh dan patah dengan perbandingan (1:1).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perbedaan kondisi bahan baku *E. cottonii* pada umur panen 60 hari mempengaruhi kualitas karaginan. Pada kondisi utuh yang paling baik diantara perlakuan patah dan campuran dengan hasil rata-rata rendemen 36,11%, kadar air 11,19%, kadar abu 25,79%, kadar abu tidak larut asam 0,44%, kadar sulfat 20,34%, viskositas 42,33 cP, kekuatan gel 9,20 N/cm<sup>2</sup> dan derajat warna 12.96. Hasil uji FTIR gugus fungsional karaginan yaitu Galaktosa 4 sulfat, 3,6 Anhidrogalaktosa dan Ester sulfat masing-masing pada perlakuan utuh adalah 846,75; 929,69 dan 1247,94



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan Laporan Skripsi yang berjudul "Pengaruh Perbedaan Kondisi Bahan Baku *Eucheuma cottonii* Pada Umur Panen 60 Hari Terhadap Kualitas Karaginan". Laporan skripsi ini disajikan dalam pokok-pokok bahasan yang meliputi pendahuluan pada bab 1, tinjauan pustaka pada bab 2, materi dan metode penelitian pada bab 3, pembahasan pada bab 4 serta kesimpulan dan saran pada bab 5.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Oktober 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
UCAPAN TERIMAKASIH .....	iv
RINGKASAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Hipotesis .....	4
1.5 Kegunaan Penelitian .....	4
1.6 Waktu dan Tempat .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Euchem a cottonii</i> .....	5
2.2 Penanganan Rumput Laut .....	6
2.2.1 Pemanenan .....	6
2.2.2 Pencucian .....	7
2.2.3 Pengeringan .....	8
2.3 Karaginan .....	9
2.4 Pembuatan Karaginan .....	12
2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Karaginan .....	14
2.5.1 Teknik Pemanenan .....	14
2.5.2 Bahan Baku .....	14
2.5.3 Proses Ekstraksi .....	15
2.5.4 Perlakuan Alkali .....	17
2.6 Karakteristik Karaginan .....	18
2.6.1 Kadar Abu .....	18
2.6.2 Viskositas .....	18
2.6.3 Kekuatan Gel ( <i>Gel Strength</i> ) .....	19
2.6.4 Kadar Sulfat .....	20
2.6.5 Spektra Infra Merah Karaginan .....	21
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.2 Materi Penelitian .....	24
3.2.1 Alat Penelitian .....	24
3.2.2 Bahan Penelitian .....	25
3.3 Metode Penelitian .....	25
3.4 Prosedur Penelitian .....	25
3.4.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel .....	25
3.4.2 Ekstraksi Karaginan .....	26



3.5	Parameter Uji .....	27
3.5.1	Rendemen .....	27
3.5.2	Kadar Air .....	27
3.5.3	Kadar Abu .....	27
3.5.4	Kadar Abu Tidak Larut Asam .....	28
3.5.5	Kadar Sulfat .....	28
3.5.6	Viskositas .....	29
3.5.7	Kekuatan Gel ( <i>Gel Strenght</i> ) .....	29
3.5.8	Derajat Warna Karaginan .....	30
3.5.9	Spektra Infra Merah Karaginan .....	31
3.6	Rancangan Percobaan .....	32
3.7	Analisis Data .....	32
<b>4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>33</b>
4.1	Spektra Infra Merah Karaginan .....	33
4.2	Rendemen .....	37
4.3	Kadar Air .....	39
4.4	Kadar Abu .....	40
4.5	Kadar Abu Tidak Larut Asam .....	41
4.6	Kadar Sulfat .....	43
4.7	Viskositas .....	44
4.8	Kekuatan Gel ( <i>Gel Strenght</i> ) .....	46
4.9	Derajat Warna Karaginan .....	48
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>54</b>
5.1	Kesimpulan .....	54
5.2	Saran .....	54
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>55</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>60</b>



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar mutu karaginan komersil, FAO, FCC, dan EEC .....	12
2. Spektra Infra Merah karaginan komersil dengan sampel .....	22
3. Model rancangan percobaan penelitian .....	32
4. Bilangan gelombang pada karaginan hasil penelitian .....	34



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Eucheuma cottonii</i> .....	5
2. Struktur kappa karaginan .....	10
3. Penampang melintang sel alga merah .....	11
4. Bagian sel <i>E. cottonii</i> .....	11
5. Reaksi transformasi gugus sulfat .....	17
6. Reaksi dehidrasi .....	17
7. Spektra inframerah karaginan standar (a) dan sampel (b) .....	22
8. Diagram alir ekstraksi karaginan <i>E. cottonii</i> .....	26
9. Spektra FTIR karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	34
10. Struktur kappa karaginan .....	35
11. Rendemen karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	37
12. Kadar air karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	39
13. Kadar abu karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	40
14. Kadar abu tidak larut asam karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	42
15. Kadar sulfat karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	44
16. Viskositas karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	45
17. Kekuatan gel karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	46
18. Kecerahan ( $L^*$ ) karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	49
19. Kemerahan/kehijauan ( $a^*$ ) karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	50
20. Kekuningan/kebiruan ( $b^*$ ) karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	51
21. Derajat keputihan karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku .....	52



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi pembuatan karaginan .....	60
2. Analisis ragam rendemen .....	62
3. Analisis ragam kadar air .....	64
4. Analisis ragam kadar abu .....	66
5. Analisis ragam kadar abu tidak larut asam .....	67
6. Analisis ragam kadar sulfat .....	69
7. Analisis ragam viskositas .....	71
8. Analisis ragam kekuatan gel ( <i>gel strenght</i> ) .....	73
9. Analisis ragam tingkat kecerahan ( $L^*$ ) .....	75
10. Analisis ragam tingkat kemerahan/kehijauan ( $a^*$ ) .....	76
11. Analisis ragam tingkat kekuningan/kebiruan ( $b^*$ ) .....	77
12. Analisis ragam derajat keputihan ( $W = L^* - 3b^*$ ) .....	78
13. Spektra FTIR karaginan perlakuan utuh .....	79
14. Data serapan FTIR karaginan perlakuan utuh .....	80
15. Spektra FTIR karaginan perlakuan patah .....	81
16. Data serapan FTIR karaginan perlakuan patah .....	82
17. Spektra FTIR karaginan perlakuan campuran .....	83
18. Data serapan FTIR perlakuan campuran .....	84



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Rumput laut atau alga laut (sea weed) menempati posisi penting dalam produksi perikanan Indonesia, khususnya usaha perikanan non ikan (Harun *et al.*, 2013). Rumput laut termasuk salah satu anggota alga yang merupakan tumbuhan berklorofil yang bersifat uniseluler (bersel tunggal) (1,4). Sebagai sumber gizi, rumput laut memiliki kandungan karbohidrat, protein, sedikit lemak dan sebagian besar merupakan senyawa garam natrium dan kalium. Selain itu, rumput laut juga mengandung berbagai jenis vitamin, seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12, betakaroten dan C, serta mineral seperti kalsium, fosfor, besi dan yodium (Kasim, 2013). Salah satu rumput laut yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah jenis rumput laut *Euclima cottonii*.

*Euclima cottonii* merupakan rumput laut dari kelompok *Rhodophyceae* (alga merah) yang mampu menghasilkan karaginan. Karaginan adalah polisakarida yang diekstraksi dari beberapa spesies rumput laut atau alga merah (rhodophyceae). Karaginan adalah galaktan tersulfatasi linear hidrofilik. Polimer ini merupakan pengulangan unit disakarida. Galaktan tersulfatasi ini diklasifikasi menurut adanya unit 3,6-anhydro galaktosa (DA) dan posisi gugus sulfat (Distantina *et al.*, 2010). Karaginan yang dihasilkan adalah jenis kappa karaginan (Djaeni *et al.*, 2013). Sifat karaginan dapat bervariasi, secara luas dapat tergantung pada umur panen, kondisi lingkungan tumbuh (salinitas, kedalaman, nutrisi), waktu pertumbuhan dan proses ekstraksi (Webber *et al.*, 2012), serta penanganan pascapanen yang tepat (Marseno *et al.*, 2010).

Penanganan merupakan kegiatan pra panen yang dilakukan untuk mendapatkan mutu bahan baku yang baik. Penanganan pascapanen dimulai

sejak setelah tanaman dipanen yaitu pencucian, pelepasan rumput laut dari tali pengikat, pengeringan, pembersihan kotoran atau garam (sortasi), pengepakan, pengangkutan dan penyimpanan. Salah satu penyebab rendahnya mutu rumput laut sebagai bahan baku karaginan adalah penanganan pascapanen yang kurang baik. Winarno (1996) mengatakan rumput laut hasil pemanenan dibersihkan dari pasir dan batu karang dan disortasi dari rumput lain sehingga terjamin kemurniannya, selanjutnya dijemur selama 2-3 hari. Salah satu tahapan pascapanen yang sangat berpengaruh terhadap kualitas karaginan adalah pada saat penanganan bahan baku.

Penanganan sebelum rumput laut dikeringkan yaitu melepaskan rumput laut dari tali pengikatnya. Sebagian besar para petani cara melepaskan tali dari rumput laut dengan cara dipurut/dilorot, cara ini menghasilkan rumput laut dengan kondisi *thallus* banyak yang patah. Kondisi patah memungkinkan keluarnya getah rumput laut saat pengeringan yang dapat mempengaruhi kualitas karaginan. Arisandi *et al.*, (2012) menjelaskan, dinding sel tumbuhan mempunyai fungsi utama sebagai pelindung dan rangka sel, sehingga apabila dinding sel mengalami kerusakan maka mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk sel. Kerusakan sel terutama dinding sel pada *E. cottonii* akan berpengaruh terhadap rendemen, viskositas dan kekuatan gel karaginan yang dihasilkan. Belum banyak penelitian mengenai pengaruh perbedaan kondisi bahan baku *E. cottonii* pada umur 60 hari seperti kondisi patah akibat pemurutan dan utuh dengan cara melepaskan rumput laut satu persatu dari tali pengikatnya dan juga campuran antara utuh dan patah terhadap kualitas karaginan.

Pada penelitian Marseno *et al.*, (2010) menjelaskan, rumput laut *E. cottonii* pada umur panen 60 hari menghasilkan karaginan dengan rendemen, kadar air, kadar sulfat, viskositas dan kekuatan gel lebih rendah dibandingkan dengan umur panen 45 hari, tetapi lebih tinggi pada umur panen 30 hari. Hasil



penelitian terhadap identifikasi gugus fungsional, yaitu gugus ester sulfat pada karaginan, menunjukkan bahwa pada umur panen 60 hari persen transmisinya lebih tinggi dibandingkan dengan umur panen 45 hari dan 30 hari. Hal ini menunjukkan bahwa gugus ester sulfat lebih banyak pada karaginan dari rumput laut dengan umur panen 45 hari dan 30 hari.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan apakah dengan perbedaan kondisi bahan baku *E. cottonii* pada umur panen 60 hari dapat mempengaruhi kualitas karaginan yang dihasilkan, sehingga dapat diketahui kondisi optimal dari berbagai perlakuan patah, utuh dan campuran. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, khususnya petani rumput laut sebagai usaha pengembangan teknologi pemanenan rumput laut guna menghasilkan bahan baku karaginan yang berkualitas tinggi.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah perbedaan kondisi bahan baku *E. cottonii* pada umur panen 60 hari dengan perlakuan patah, utuh dan campuran dapat mempengaruhi kualitas karaginan?

#### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan kondisi bahan baku *E. cottonii* pada umur panen 60 hari dengan perlakuan patah, utuh dan campuran terhadap kualitas karaginan.

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesa yang mendasari penelitian ini adalah:

$H_0$  = Diduga perbedaan kondisi bahan baku *E. cottonii* pada umur panen 60 hari tidak berpengaruh terhadap kualitas karaginan

$H_1$  = Diduga perbedaan kondisi bahan pemanenan *E. cottonii* pada umur panen 60 hari berpengaruh terhadap kualitas karaginan

### 1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat, khususnya petani rumput laut sebagai usaha pengembangan teknologi pemanenan rumput laut, sehingga dapat menghasilkan bahan baku yang berkualitas dan bernilai ekonomi tinggi serta disukai oleh produsen pengolah rumput laut.

### 1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2015 di Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan, Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang, dan di Laboratorium Sentral Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Eucheuma cottonii*

Indonesia menjadi produsen terbesar rumput laut di dunia, khususnya untuk jenis *Eucheuma cottonii*. Data statistik sementara *Food and Agriculture Organization* (FAO) yang dikeluarkan pada Maret 2015 menyebutkan, produksi rumput laut Indonesia jenis *E. cottonii* pada tahun 2013 menempati urutan pertama dunia yakni sebanyak 8,3 juta ton. *E. cottonii* merupakan jenis rumput laut merah yang tumbuh melekat pada substrat. Hal ini disebabkan *E. cottonii* memiliki alat perekat berupa cakram (Chaidir, 2006). Umumnya rumput laut golongan *Eucheuma sp* dibudidayakan dengan cara mengikatkan batangnya pada tali yang dibentangkan dengan cara diikatkan pada dua pancang yang berjarak 100 m dari pantai dengan penetrasi cahaya matahari yang tinggi.

Ciri fisik *Eucheuma cottonii* adalah mempunyai thallus silindris, permukaan licin, cartilagenous. Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, dan merah. Perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor lingkungan (Aslan, 1998). Berdasarkan klasifikasi taksonomi Penampakan *E. cottonii* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *E. cottonii*

Gambar 1 meunjukkan morfologi *E. cottonii* yang memiliki ciri bentuk thallus silindris dengan percabangan mulai dari yang sederhana sampai pada yang



bercabang-cabang, di atas percabangan umumnya bentuk thallus semakin mengecil. Substansi thallus menyerupai gel atau lunak seperti tulang rawan.

Klasifikasi rumput laut jenis *E. cottonii* (Hamid, 2009), adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Kelas : Rhodophyceae  
Famili : Solieracea  
Ganus : *Eucheuma*  
Spesies : *Eucheuma cottonii*

Umumnya *E. cottonii* tumbuh dengan baik di daerah pantai terumbu (reef), yaitu pada kedalaman perairan 7,65 - 9,72 m, salinitas 33 -35 ppt, suhu air laut 28-30°C, kecerahan 2,5-5,25 m, pH 6,5-7,0 dan kecepatan arus 22-48 cm/detik (Wiratmaja *et al.*, 2011). Dengan gerakan air sedang dan salinitas antara 29-34 ppt *E. cottonii* dapat tumbuh dengan baik, karena gerakan air yang kuat dapat menyebabkan talusnya patah dan air yang stagnan dapat menyebabkan kematian (Ghufron dan Kordi, 2010). Rumput laut *E. cottonii* ini banyak ditemukan di Filipina, Indonesia, Asia tropis dan daerah Pasifik barat. *E. cottonii* merupakan jenis rumput laut tropis yang hidup menempel pada batukarang dengan kedalaman air laut sekitar 1-2 meter. Air laut yang jernih dengan arus relatif tenang serta kadar garam antara 28-36% adalah tempat hidup yang sesuai untuk *E. cottonii* (Zada, 2009).

## 2.2 Penanganan Rumput Laut

### 2.2.1 Pemanenan

Menurut Indiriani dan Suminarsih (2003) rumput laut dapat dipanen pada umur 6-8 minggu setelah ditanam dengan berat ikatan 600 g. Namun secara umum panen dilakukan pada usia satu bulan dengan perbandingan berat basah dan kering 8:1. Apabila dipanen pada usia dua bulan maka perbandingan berat basah dan kering adalah 6 : 1.

Menurut Fahrul (2006), panen sebaiknya dilakukan pada pagi hari supaya rumput laut yang dipanen sempat dijemur terlebih dahulu sebelum disimpan. Hal

ini bertujuan untuk mengurangi kerusakan sebelum dijemur kembali pada keesokan harinya. Panen *Eucheuma* sp. (*E. cottonii* dan *E. spinosum*) baik yang ditanam dengan metode rakit apung, lepas dasar, maupun rawai dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Bersihkan rumput laut dari kotoran atau tanaman lain yang melekat sebelum dilakukan panen.
2. Lepaskan tali ris yang penuh dengan ikatan rumput laut dari tali utamanya.
3. Letakkan gulungan tali ris yang berisi rumput laut tersebut ke dalam sampan atau perahu.
4. Bawa rumput laut ke daratan. Lepaskan rumput laut dari tali ris (panen keseluruhan) dan petik *thallus* muda untuk dijadikan bibit pada tanaman berikutnya.

Teknik panen keseluruhan (*full harvest*) lebih praktis dan cepat dibandingkan dengan teknik memetik/memotong rumput laut secara langsung ditengah laut. Disamping itu, dengan teknik panen keseluruhan dapat sekaligus memilih thalls mudah yang akan dijadikan bibit untuk penanaman berikutnya. Oleh karena itu, teknik itu sering dikerjakan oleh para petani rumput laut.

#### 2.2.2 Pencucian

Hasil panen dicuci air laut untuk menghilangkan kotoran yang melekat seperti lumpur, garam, dan lain lain, sehingga rumput laut menjadi bersih. Selanjutnya rumput laut langsung direndam larutan alkali KOH 0,1% sampai terendam dan dibiarkan kontak dengan alkali semalaman. Tujuan perendaman dengan menggunakan larutan alkali adalah untuk mendapatkan karaginan yang maksimal. Tahapan selanjutnya pagi harinya rumput laut diangkat dan dicuci dengan air tawar sampai bersih dan netral (Sudariastuty, 2011).

Rumput laut jenis *Eucheuma* hasil panen dicuci dengan air laut hingga bebas dari pasir, batu karang lalu disortir dari jenis-jenis lain sehingga terjamin kemurniannya. Kemudian, dicuci lagi dengan air laut. Pencucian dengan air tawar harus dihindari karena dapat menurunkan kadar karaginan yang dikandungnya. Selanjutnya dijemur selama 1 – 2 hari atau hingga sampai kering kering. Pada waktu penjemuran harus diusahakan agar tidak terkena air hujan atau embun. Kemudian dicuci lagi dengan air tawar dan dikeringkan sehingga diperoleh rumput laut yang berwarna putih (Itung dan Marthen, 2003).

### 2.2.3 Pengeringan

Menurut Saputra *et al.*,(2013) proses pengeringan dengan cara penjemuran dengan cara digantung. Penjemuran dilakukan dengan cara yaitu :

1. Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan
2. Menjemur cara gantung dilakukan dengan cara mengikat rumput laut pada tiang jemuran
3. Mengatur jarak ikatan rumput laut pada tiang jemuran agar tingkat kekeringan merata

Rumput laut yang sudah netral dikeringkan dengan penjemuran, dapat dilakukan di sekitar pantai sampai mencapai kekeringan tertentu (optimum) biasanya 20-30%. Alas pengering yang sederhana adalah dengan bahan plastik, agar cepat kering dan lebih bersih, dapat pula dengan pengeringan solar yang dipadu kompor dan untuk menjaga mutu pengeringan harus dikeringkan di atas para-para. Setelah rumput laut kering dilakukan sortasi untuk menghilangkan kotoran yang masih tertinggal (Sudariastuty, 2011).

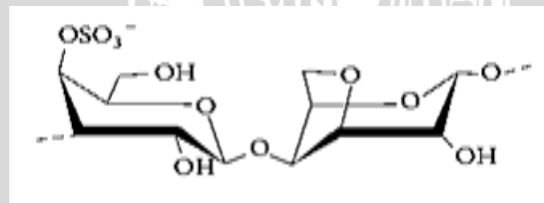
Adanya kotoran akan mempengaruhi warna dari karaginan yang dihasilkan menjadi kecokelatan. Untuk menghindari hal tersebut maka rumput laut yang telah bersih dikeringkan dengan cara dijemur pada kondisi panas



matahari yang baik, rumput laut akan kering dalam waktu 2-3 hari. Kadar air pada rumput laut yang harus dicapai dalam pengeringan berkisar 14-18 % untuk jenis *Gracilaria sp.*, sedangkan 31-35 % untuk jenis *Euचेuma sp.* Selama pengeringan rumput laut tidak boleh terkena air tawar baik air hujan maupun air embun (Sambas, 2010).

### 2.3 Karaginan

Karaginan merupakan polisakarida yang diekstraksi dari rumput laut merah dari jenis *Chondrus*, *Euचेuma*, *Gigartina*, *Hypnea*, *Iradaea* dan *Phyllophora*. Karaginan bukan biopolymer tunggal, tetapi campuran dari galaktan - galaktan linear mengandung sulfat dan larut dalam air. galaktan yang mengandung sulfat diklasifikasikan berdasarkan adanya 3,6-anhidrogalaktosa serta posisi dan jumlah golongan sulfat pada strukturnya (Imeson, 2010). Sifat dasar karaginan terdiri dari tiga tipe karaginan yaitu kappa, iota dan lamda karaginan. Karaginan yang dihasilkan dari kelompok *E. cottonii* adalah jenis kappa karaginan (Distantina *et al.*, 2010). Kappa karaginan memiliki ciri pada R1 terikat gugus sulfat ( $\text{SO}_3^-$ ) sedangkan pada R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> mengikat atom H. Struktur kappa karaginan dapat dilihat pada gambar 2.

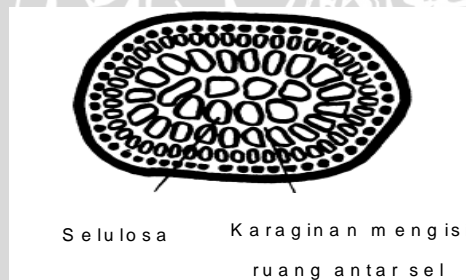


Gambar 2. Struktur kappa karaginan.

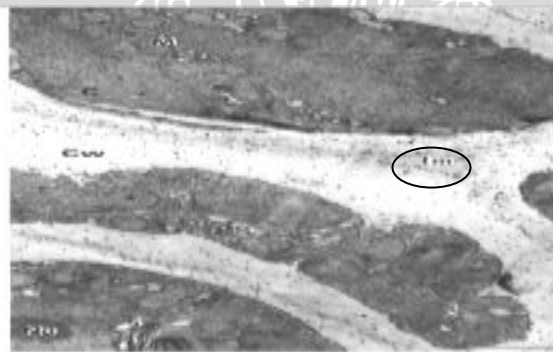
Karakteristik daya larut karaginan juga dipengaruhi oleh bentuk garam dari gugus ester sulfatnya. Jenis sodium umumnya lebih mudah larut, sementara jenis potassium lebih sukar larut. Karaginan memiliki kemampuan membentuk gel pada saat larutan panas menjadi dingin. Proses pembentukan gel bersifat

thermoreversible, artinya gel dapat mencair pada saat pemanasan dan membentuk gel kembali pada saat pendinginan (Imeson, 2000).

Kappa karaginan tersusun dari unit D-galaktosa-4-sulfat dengan ikatan  $\alpha$ -1,3 dan unit 3,6-anhidro-D-galaktosa dengan ikatan 1,4. Disamping itu karaginan sering mengandung D-galaktosa-6-sulfat ester dan 3,6-anhidro-D-galaktosa-2-sulfat ester. Kappa karaginan terbentuk sebagai hasil aktivitas enzim dekinase yang mengkatalis  $\mu$ (mu)-karaginan menjadi kappa karaginan dengan cara menghilangkan atom C<sub>6</sub> pada ikatan 1,4 galaktosa-6-sulfat (Glicksman 1983). Karaginan pada rumput laut jenis *E. cottonii* terletak di ruang antar sel (Imeson, 1992) tepatnya dalam matrik interseluler (Gretz *et al.*, 1997). Penampang melintang sel alga merah dapat dilihat pada Gambar 3 dan bagian sel *E. cottonii* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penampang melintang sel alga merah



Gambar 4. Bagian sel *E. cottonii*

Gambar 4 menunjukkan bagian-bagian sel *E. cottonii* yang diamati menggunakan electron micrograph dengan skala 1 $\mu$ m. Bagian tersebut diamati

untuk mengetahui letak karaginan dengan sistem pewarnaan yang mana akan menghasilkan warna yang menggambarkan letak dari dinding sel (cw), intisel (Nu), matrik interseluler (Im), pati (S), mitokondria (M) dan kloroplas (C). Hasil pewarnaan menunjukkan bahwa karaginan tidak berada di dalam dinding sel, melainkan terdapat pada matrik interseluler.

Sumber karaginan untuk daerah tropis adalah dari spesies *E. cottonii* yang mengandung kappa karaginan, *E. spinosum* yang mengandung iota karaginan. Kedua jenis *Euचेuma* tersebut banyak terdapat di sepanjang pantai Filipina dan Indonesia (Winarno, 1996). Karaginan sangat penting peranannya, yaitu sebagai *gelling agent* alami (pembentuk gel), stabilisator (pengatur keseimbangan), *thickener* (bahan pengental), pengemulsi. (Venugopal, 2011). Selain industri makanan, industri obat-obatan, kapsul, kosmetik, sabun, media kultur bakteri, tekstil, cat, pasta gigi juga memanfaatkan karaginan sebagai salah satu bahan dari produknya (Distantina et al., 2009).

Menurut Winarno (1996), standar mutu karaginan dalam bentuk tepung adalah 99 % lolos saringan 60 mesh, dan memiliki tepung densitas (yang diendapkan oleh alkohol) adalah 0,7 dengan kadar air 15% pada RH 50 dan 25% pada RH 70. Standar mutu karaginan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Standar mutu karaginan komersial, FAO, FCC, dan EEC**

Parameter	Karaginan Komersial	Karaginan Standar FAO	Karaginan Standar FCC	Karaginan Standar EEC
Kadar air (%)	14,34 ± 0,25	Maks 12	Maks 12	Maks 12
Kadar abu (%)	18,60 ± 0,22	15-40	18-40	15-40
Kekuatan gel (dyne/cm <sup>2</sup> )	685,50 ± 13,43	-	-	-
Titik leleh (°C)	50,21 ± 1,05	-	-	-
Titik gel (°C)	34,10 ± 1,86	-	-	-

Sumber : Yasita dan Rachmawati (2009)

#### 2.4 Pembuatan Karaginan

Proses produksi untuk karaginan murni melalui metode alkohol dan metode tekan. Metode alkohol dapat digunakan untuk memproduksi karaginan



dari *E. spinosum* yang menghasilkan iota karaginan dan dari *E. cottonii* yang menghasilkan kappa karaginan. Metode tekan hanya digunakan untuk memproduksi kappa karaginan dengan bahan baku *E. cottonii* (Kasim, 2013).

Pembuatan karaginan menggunakan metode ekstraksi dimana pengertian ekstraksi adalah metode pemisahan suatu komponen solute (cair) dari campurannya menggunakan sejumlah massa solven sebagai tenaga pemisah. Proses ekstraksi terdiri dari tiga langkah besar, yaitu proses pencampuran, proses pembentukan fasa setimbang, dan proses pemisahan fasa setimbang. Solven merupakan faktor terpenting dalam proses ekstraksi, sehingga pemilihan solven merupakan faktor penting. Solven ini harus saling melarutkan terhadap salah satu komponen murninya, sehingga diperoleh dua fasa rafinat. Proses ekstraksi dapat berjalan dengan baik bila pelarut ideal harus memenuhi syarat-syarat yaitu selektivitasnya tinggi, memiliki perbedaan titik didih dengan solute cukup besar, bersifat inert, perbedaan density cukup besar, tidak beracun, tidak bereaksi secara kimia dengan solute maupun diluen, viskositasnya kecil, tidak bersifat korosif, tidak mudah terbakar, murah dan mudah didapat. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi adalah temperatur, waktu kontak, perbandingan solute, faktor ukuran partikel, pengadukan dan waktu dekantasi (Yasita dan Rahmawati, 2007).

Proses ekstraksi karaginan yang dilakukan oleh Hakim *et al.*, (2011) berdasarkan perlakuan terbaiknya yaitu dengan waktu ekstraksi 2 jam, suhu presipitasi 30°C dengan konsentrasi KCl 1%. Rumput laut kering dicuci hingga bersih dari pasir dan kotoran lain, serta disortasi dari pengotor rumput laut jenis lain. Rumput laut direbus dalam larutan KOH 8% selama 2 jam pada suhu 70 – 80°C dengan perbandingan rumput laut dan air 1:6 (b/v). Setelah itu rumput laut dicuci hingga pH netral. Kemudian rumput laut tersebut diekstraksi kembali dalam air dengan volume 20 kali dari bobot rumput laut kering selama 2 jam

dengan suhu  $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$  dan ditambahkan celite 2% , 15 menit sebelum diangkat. Bubur rumput laut kemudian disaring menggunakan filter press. Filtrat dipresipitasi dengan memasukkannya dalam larutan KCl 1% (b/v) yang bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$  dengan volume 2 kali volume filtrat. Filtrat yang telah dipresipitasi tersebut kemudian dipres menggunakan pres hidraulik. Hasil pengepresan di potong-potong kemudian dilakukan penjemuran. Setelah kering potongan karaginan dihaluskan dengan ukuran 80 mesh untuk menghasilkan tepung karaginan.

## 2.5 Faktor – faktor yang mempengaruhi Kualitas Karaginan

### 2.5.1 Teknik Pemanenan

Teknik pemanenan rumput laut dapat mempengaruhi kualitas karaginan yang dihasilkan. Teknik pemanenan yang benar agar kualitas rumput laut tetap bagus yaitu dengan cara melepaskan rumput laut satu-satu dari tali pengikatnya. Usahakan *thallus* atau batang rumput laut tidak patah-patah atau tidak dipurus dari tali pengikatnya sebelum dikeringkan, agar kandungan karaginan tidak berkurang (W W F Indonesia, 2014).

Proses pascapanen yang benar akan menghasilkan kualitas bahan baku yang berkualitas. Sebelum rumput laut dikeringkan dilakukan pemisahan rumput laut dari talinya. Proses ini kebanyakan dilakukan dengan cara pemurutan. Pemisahan rumput laut dari talinya dengan cara pemurutan tergolong mudah, cepat dan ekonomis tanpa harus melepas satu persatu yang akan membutuhkan waktu lebih lama. Namun ada kekurangannya yaitu saat rumput laut patah, getah yang keluar akan lebih banyak dan dapat mempengaruhi kandungan karaginan yang dihasilkan. Karena karaginan adalah getah rumput laut yang diekstraksi dengan larutan alkali (Distantina *et al.*, 2009).

### 2.5.2 Bahan Baku

Bahan baku dalam pembuatan karaginan adalah *E. cottonii*. Faktor yang mempengaruhi kualitas bahan baku meliputi umur panen, teknik pemanenan,

teknik pemurutan, pencucian, penjemuran dan penyimpanan. Anggadireja *et al.* (2006) mengatakan kadar dan kualitas karaginan dipengaruhi oleh waktu panen rumput laut.

Umur panen dapat mempengaruhi kenaikan rendemen rumput laut kering dan rendemen karaginan. Pada umumnya rumput laut siap dipanen pada umur 1,5 – 2,0 bulan setelah tanam. Apabila dipanen kurang dari umur tersebut maka akan dihasilkan rumput laut berkualitas rendah karena kandungan agar atau karaginan dan kekuatan gel (*gel strength*) yang dihasilkan rendah. Kondisi seperti ini tidak dikehendaki oleh industri pengolah rumput laut sehingga akan dihargai lebih rendah bahkan tidak dibeli (Anggadiredja *et al.*, 2006). Semakin tua umur panen rumput laut maka rendemen dan kadar sulfat karaginan akan semakin tinggi (Marseno *et al.*, 2010).

Rumput laut sebagai bahan baku karaginan harus dicuci dengan air laut hingga bebas dari pasir, batu karang lalu disortir dari jenis-jenis lain sehingga terjamin kemurniannya. Pencucian dengan air tawar harus dihindari karena dapat menurunkan kadar karaginan yang dikandungnya. Selanjutnya dijemur selama 1 – 2 hari atau hingga sampai kering. Pada waktu penjemuran harus diusahakan agar tidak terkena air hujan atau embun agar kandungan karaginnannya dapat terjaga (Itung dan Marthen, 2003). Syarat mutu komoditi rumput laut kering yaitu kadar air maksimal pascapanen (penjemuran) sebesar 32%, benda asing (jenis rumput laut lain, garam, pasir, karang dan kayu) maksimal sebesar 5%, dan berbau khas rumput laut (Winarno, 1996).

### 2.5.3 Proses Ekstraksi

Proses ekstraksi dapat berjalan dengan baik bila pelarut ideal harus memenuhi syarat-syarat yaitu selektivitasnya tinggi, memiliki perbedaan titik didih dengan solute cukup besar, bersifat inert, perbedaan density cukup besar, tidak



beracun, tidak bereaksi secara kimia dengan solute maupun diluen, viskositasnya kecil, tidak bersifat korosif, tidak mudah terbakar, murah dan mudah didapat. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi adalah temperatur, waktu kontak, perbandingan solute, faktor ukuran partikel, pengadukan dan waktu dekantasi (Yasita dan Rachmawati, 2009).

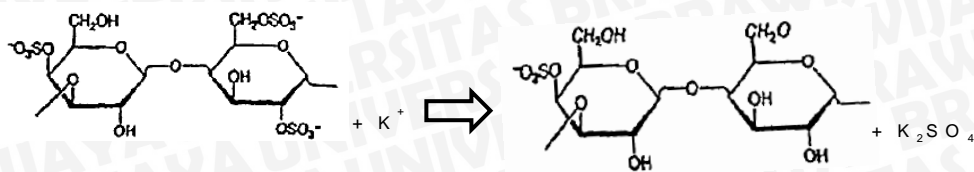
Proses ekstraksi dengan KOH mampu meningkatkan kekuatan gel kappa karaginan, karena kappa karaginan sensitif terhadap ion  $K^+$  yang mampu meningkatkan kekuatan ionik dalam rantai polimer karaginan sehingga gaya antar molekul terlarut semakin besar yang menyebabkan keseimbangan antara ion-ion yang larut dengan ion-ion yang terikat didalam struktur karaginan dapat membentuk gel (Hakim *et al.*, 2011).

Karaginan murni (Refine carrageenan) diperoleh melalui tahapan ekstraksi menggunakan air atau larutan alkali dalam kondisi panas. Suasana alkali dapat diperoleh dengan menambahkan larutan basa misalnya larutan NaOH,  $Ca(OH)_2$  atau KOH (Fatimah, 2012). Keadaan basa sangat diperlukan dalam proses ekstraksi karaginan. Fungsi suasana basa adalah untuk meningkatkan daya larut karaginan dalam air dan mencegah terjadinya reaksi hidrolisis ikatan glikosidik pada molekul karaginan yang menyebabkan karaginan kehilangan sifat-sifat fisiknya, seperti kelarutannya dalam air, dan keadaan basa yang diijinkan dalam proses ekstraksi adalah pH 8 – 10 (Hudha *et al.*, 2012).

#### 2.5.4 Perlakuan Alkali

Distantina *et al.* (2010), penambahan alkali akan meningkatkan kekuatan gel. Reaksi yang terjadi pada ekstraksi dengan alkali ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Transformasi gugus sulfat yang terikat dalam gugus galaktosa oleh ion  $Na^+$  atau  $K^+$  dengan membentuk garam  $Na_2SO_4$  atau  $K_2SO_4$  di larutan. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Reaksi transformasi

gugus sulfat

2. Dehidrasi dengan membentuk polimer anhidro galaktosa, dimana ion H<sup>+</sup> dari larutan alkali bereaksi dengan ikatan bergugus H membentuk kappa karaginan dan air. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Reaksi dehidrasi

Dalam ekstraksi dengan alkali, alkali mempunyai dua fungsi yaitu membantu ekstraksi polisakarida menjadi sempurna dan mempercepat eliminasi 6-sulfat dari unit monomer menjadi 3,6-anhidro-D-galaktosa sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel. Disamping itu berfungsi untuk mencegah terjadinya hidrolisis karaginan (Hidayati, 2002).

## 2.6 Karakteristik Karaginan

### 2.6.1 Kadar Abu

Abu adalah zat aorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya. Penentuan abu total (Sudarmadji *et al.*, 2010) dapat digunakan untuk menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan dan mengetahui parameter gizi suatu bahan makanan.

Analisis kadar abu dilakukan untuk mengetahui secara umum kandungan mineral yang terdapat dalam karaginan. Nilai kadar abu suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut. Nilai kadar abu tertinggi dan terendah berturut-turut diperoleh pada

umur panen 55 hari dan 40 hari dengan nilai masing-masing sebesar 16,60 dan 25,30% (Wenno *et al.*, 2012).

### 2.6.2 Viskositas

Viskositas adalah daya aliran molekul di dalam sistem larutan. Secara progresif viskositas akan menurun dengan adanya peningkatan suhu. Viskositas larutan karaginan terutama disebabkan oleh sifat karaginan sebagai polielektrok. Gaya tolakan (*repulsion*) antar muatan negatif sepanjang rantai polimer yaitu gugus sulfat, mengakibatkan rantai molekul menegang, karena sifat hidrofiliknya polimer tersebut dikelilingi oleh molekul-molekul air termobilisasi sehingga menyebabkan larutan karaginan bersifat kental. Semakin kecil kandungan sulfat suatu karaginan, maka nilai viskositasnya akan semakin kecil pula, tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat. Viskositas juga akan menurun seiring dengan peningkatan suhu sehingga terjadi depolimerisasi yang kemudian dilanjutkan dengan degradasi karaginan (Kasim, 2013).

Suspensi koloid dalam larutan dapat meningkat dengan cara mengentalkan cairan sehingga terjadi absorpsi dan pengembangan koloid. Pada prinsipnya pengukuran viskositas adalah mengukur ketahanan gesekan lapisan molekul cairan yang berdekatan. Viskositas yang tinggi dari suatu materi disebabkan karena gesekan internal yang besar sehingga cairannya mengalir (Glicksman 1983). Viskositas meningkat secara eksponensial dengan konsentrasi. Sifat ini berlaku pada polimer linear yang mempunyai beberapa gugus dan sebagai akibat meningkatnya konsentrasi interaksi antara rantai-rantai polimer.

Viskositas karaginan akan meningkat secara eksponensial jika konsentrasi karaginan meningkat. Adanya garam akan menurunkan viskositas karaginan dengan mengurangi daya tolakan elektrostatis antar kelompok sulfat.



Pengukuran viskositas dapat dilakukan pada suhu tinggi (misalnya 75°C) untuk menghindari efek gelasi, biasanya dengan konsentrasi 1,5% (b/v). Karaginan komersil umumnya memiliki viskositas mulai 5 – 800 cps (Venugopal, 2011).

### 2.6.3 Kekuatan Gel (*Gel Strength*)

Kekuatan gel merupakan sifat fisik yang utama, karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan karaginan dalam pembentukan gel (Diharmi *et al.*, 2011). Kekuatan gel selain ditentukan oleh konsentrasi karaginan, panjang polimer karaginan, jumlah dan posisi sulfat dalam polimer juga ditentukan oleh jumlah unit 3,6-anhidro-D-galaktosa (Haryadi, 2010). Semakin tinggi kekuatan gel maka kadar sulfat akan semakin sedikit.

Salah satu sifat penting karaginan adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah bentuk sol menjadi gel yang bersifat reversibel. Kemampuan inilah yang menyebabkan karaginan sangat luas penggunaannya. Tingginya kekuatan gel karaginan dapat disebabkan karena kandungan sulfatnya, kondisi bahan baku, metode ekstraksi dan bahan pengekstrak. Peningkatan kekuatan gel berbanding lurus dengan 3,6-anhidro galaktosa dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfatnya. Semakin kecil kandungan sulfatnya semakin kecil pula viskositasnya tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat (Yasita dan rachmawati, 2009). Selain itu kekuatan gel karaginan dapat dipengaruhi oleh suhu pengeringan, dimana semakin tinggi suhu pengeringan maka kekuatan gel akan semakin turun (Djaeni *et al.*, 2012).

### 2.6.4 Kadar Sulfat

Kadar sulfat adalah parameter yang digunakan untuk berbagai polisakarida yang terdapat dalam alga merah (Winarno, 1996). Hasil ekstraksi rumput laut biasanya dibedakan menurut kandungan sulfatnya. Diharmi *et al.*

(2011) menyebutkan bahwa agar mengandung sulfat 3-4% sedangkan karaginan minimal kandungan sulfatnya 18%

Kappa karaginan tersusun dari (1→3) D galaktosa-4 sulfat dan  $\beta$  (1→4) 3,6 anhidro D Galaktosa. Disamping itu karaginan sering mengandung D Galaktosa-6 sulfat ester dan 3,6 anhydro-D galaktosa 2-sulfat ester. Adanya gugusan 6-sulfat, dapat menurunkan daya gelasi dari karaginan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya trans-eliminasi gugusan 6-sulfat, yang menghasilkan terbentuknya 3,6 anhydro-D galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga bertambah. Dalam air panas larut diatas 60<sup>o</sup> C. Stabil dalam keadaan gel. Sedangkan pada air dingin larut dengan penambahan garam natrium, tidak larut dengan penambahan garam K, Ca. Pada pH netral terhidrolisis bila dipanaskan. ( Winarno, 1990 )

Kadar sulfat karaginan yang diperoleh pada usia panen 45 hari dan 60 hari lebih tinggi dibandingkan pada usia panen 30 hari. Kecenderungan yang sama terjadi pada kadar karbohidrat dan rendemen yang dihasilkan. Rendemen karaginan lebih tinggi pada rumput laut dengan umur panen 45 dan 60 hari dibandingkan umur panen 30 hari. Hal ini kemungkinan disebabkan karena respons fisiologis tanaman terhadap kebutuhan karaginan sebagai senyawa penyusun jaringan terjadi secara intensif setelah umur panen 45 hari sampai dengan 60 hari, walaupun terjadi kenaikan tetapi tidak nyata. Terjadinya perubahan komposisi kimia dan rendemen selama pertumbuhan tanaman diduga merupakan respon fisiologis yang terjadi secara alamiah pada jaringan tanaman itu sendiri (Marseno *et al.*, 2010).

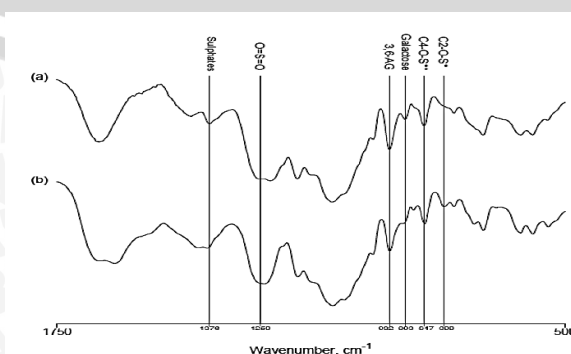
Tingginya gugus sulfat dapat menyebabkan rendahnya kekuatan gel pada karaginan (Distantina *et al.*, 2009). Berbanding terbalik viskositas, semakin kecil kandungan sulfat suatu karaginan, maka nilai viskositasnya akan semakin

kecil pula, tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat. Viskositas juga akan menurun seiring dengan peningkatan suhu sehingga terjadi depolimerisasi yang kemudian dilanjutkan dengan degradasi karaginan (Kasim, 2013).

#### 2.6.5 Spektra Infra Merah Karaginan

Spektra infra merah karaginan dapat dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR. Spektroskopi FTIR (*fourier transform infrared*) merupakan salah satu teknik analisis yang sangat baik untuk mengidentifikasi gugus fungsi suatu senyawa. Komponen utama FTIR adalah interferometer *Michelson* yang mempunyai fungsi menguraikan atau mendispersi radiasi infra merah menjadi komponen-komponen frekuensi. Penggunaan interferometer *Michelson* ini membuat FTIR lebih unggul dibanding metode spektroskopi infra merah lainnya. Informasi struktur molekul yang diperoleh memiliki resolusi yang tinggi, sehingga hasilnya dapat tepat dan akurat. FTIR dapat digunakan untuk mengidentifikasi sampel dalam berbagai fase padat, cair maupun gas (Kusumastuti, 2011).

Penggunaan spektroskopi FTIR akan menunjukkan adanya serapan yang sangat kuat terhadap gugus fungsi karaginan. Wilayah  $1210 - 1260 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ester sulfat, wilayah  $1010 - 1080 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan glikosidik yang ada pada semua jenis karaginan. Wilayah  $925 - 935 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan 3,6-anhidro galaktosa, dan  $810 - 850 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan galaktosa 4 sulfat yang dimiliki kappa karaginan (Webber *et al.*, 2010). Spektra FTIR karaginan standar dan sampel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 7.





**Gambar 7. Spektra infra merah karaginan standar (a) dan sampel (b)**

(Sumber: Tuvikene, 2005)

Gambar 7 menunjukkan hasil Spektra infra merah karaginan standar dan sampel. Hasil ini dapat digunakan untuk menentukan identik tidaknya karaginan hasil isolasi dengan karaginan standar berdasarkan bilangan gelombang yang dihasilkan. Untuk mengetahui hal tersebut bisa digunakan tabel bilangan gelombang antara karaginan standar dengan sampel yang tertera pada Tabel 2.

**Tabel 2. Spektra infra merah karaginan komersial dengan sampel**

Gugus Kimia	Panjang gelombang absorpsi	
	komersial ( $\text{cm}^{-1}$ )	hasil isolasi ( $\text{cm}^{-1}$ )
Ester sulfat	1257,59	1257,59
3,6 AG	925	925,83
Galaktosa 4 sulfat	848,68	848,68

Sumber: Tuvikene (2005).

Tabel 2 menunjukkan hasil FTIR karaginan standar dengan hasil isolasi. Ditinjau dari gugus kimianya, karaginan standar dan hasil isolasi memiliki bilangan yang mirip sehingga dapat dikatakan bahwa sampel hasil isolasi tersebut identik dengan bilangan gelombang yang dimiliki oleh karaginan komersial.

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2015.

Sampel *E. cottonii* diambil dari Desa Sumber Kencono Kecamatan Wongsorejo

Kabupaten Banyuwangi. Proses ekstraksi dan analisis dilakukan di beberapa laboratorium, yaitu: Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Pengujian viskositas, kekuatan gel serta derajat keputihan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Pengujian FTIR di Laboratorium Sentral Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.

### 3.2 Materi Penelitian

#### 3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat yang digunakan untuk ekstraksi karaginan dan analisisnya. Alat yang digunakan untuk ekstraksi karaginan antara lain *beaker glass* 1000 mL, *beaker glass* 500 mL, gelas ukur 100 mL, *water bath*, spatula, timbangan digital, kain saring, oven, blender dan ayakan ukuran 100 mesh. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis antara lain botol timbang, oven, desikator, kurs porselin, *hot plate* dan *muffle* untuk analisis kadar air, kadar abu dan kadar sulfat. *Viscometer Brookfield* untuk uji viskositas, *tensile strength instrument* Japan untuk uji kekuatan gel (*gel strength*), *Color Reader CR-10* merek *Konica Minolta Sensing Inc* untuk uji derajat keputihan tepung karaginan dan *Fourier Transform Infrared Spectrometer* (FTIR) *Shimadzu tipe-IR Prestige 21* untuk mengetahui gugus fungsi karaginan.

#### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam ekstraksi karaginan adalah *E. cottonii* umur 60 hari yang diperoleh dari desa Sumber Kencono kecamatan Wongsorejo kabupaten Banyuwangi. Bahan kimia yang digunakan adalah potassium

hidroksida (KOH), aquades, kalium klorida (KCl), kertas saring whatman (no. 42 ashless) dan barium klorida ( $\text{BaCl}_2$ ).

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja kepada obyek penelitian untuk mengetahui akibatnya didalam variabel terikat.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan yang digunakan, yaitu kondisi bahab baku *E. cottonii* pada umur 60 hari dalam kondisi utuh, patah dan campuran utuh dan patah (1:1). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kualitas karaginan dengan parameter yang diamati, yaitu kadar air, kadar abu, kadar abu tidak larut asam, kadar sulfat, viskositas, kekuatan gel (*gel strength*), derajat keputihan, dan FTIR.

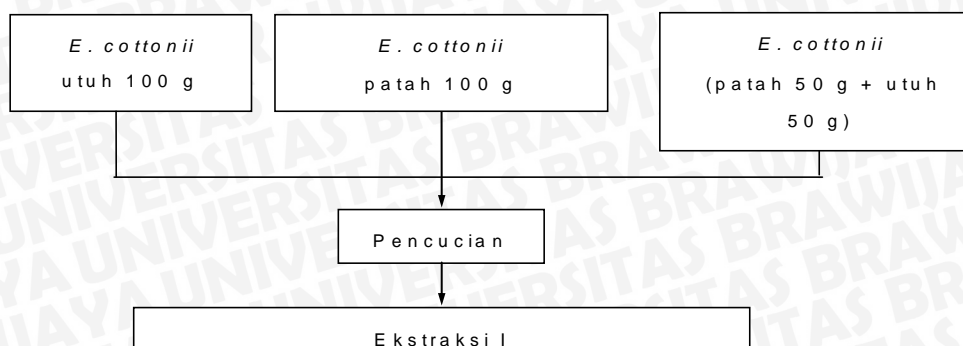
### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel

Sampel *E. cottonii* yang diperoleh dari desa Sumber Kencono Kecamatan wongsorejo kabupaten Banyuwangi dikeringkan dengan sinar matahari selama 2-3 hari sampai kering dan disimpan dalam kantong plastik tertutup.

#### 3.4.2 Ekstraksi Karaginan

Diagram alir ekstraksi karaginan *E. cottonii* dapat dilihat pada Gambar 8.







**3.5 Parameter Uji**

**3.1.1 Rendemen (FM C Corp. 1977)**



Rendemen dihitung berdasarkan rasio antara berat karaginan kering yang dihasilkan dengan berat rumput laut kering. Prinsipnya adalah perbandingan berat bahan baku dan berat akhir.

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

$W_1$  : berat rumput laut kering (g)

$W_2$  : berat karaginan (g)

### 3.5.2 Kadar Air (Sudarmadji et al., 2003)

Uji kadar air yang dilakukan berdasarkan metode *thermogravimetri*, prinsip metode *thermogravimetri* yakni mengeringkan bahan dalam oven pada suhu  $105 - 110^\circ\text{C}$  selama 3 jam atau didapat berat yang konstan. Selisih berat tersebut dan sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan. Prosedurnya yaitu sampel ditimbang 2 g dimasukkan dalam botol timbang yang juga telah diukur beratnya lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 3 jam. Ditimbang berat akhir sampel lalu dihitung persen kadar air. Prosedur pengujian kadar air sampel menggunakan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan:

A = berat botol timbang (g)

B = berat sampel (g)

C = berat akhir (botol timbang + sampel) (g)

### 3.5.3 Kadar Abu (Sudarmadji et al., (2003))

Penentuan kadar abu dilakukan berdasarkan metode, prinsip kerja penentuan kadar abu adalah membakar bahan dalam tanur atau tungku (*furnace*) dengan suhu  $600^\circ\text{C}$  selama waktu tertentu (6 – 8 jam) sehingga seluruh unsur utama pembentuk senyawa organik (C, H, O, N) habis terbakar dan berubah menjadi gas dan sisanya adalah abu yang merupakan kumpulan dari mineral-

mineral. Sampel kering ditimbang sebanyak 2 – 10 g dan dimasukkan ke dalam kurs porselin yang sudah diketahui beratnya. Pijarkan dalam *muffle* sampai diperoleh abu berwarna keputih-putihan. Masukkan dalam desikator dan timbang berat abu setelah dingin. Rumus persen kadar abu:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{(C - A)}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = berat kurs porselin (g)

B = berat sampel (g)

C = berat akhir (g)

#### 3.5.4 Kadar Abu Tidak Larut Asam

Prinsip penentuan kadar abu tidak larut asam yaitu dengan melarutkan abu total kedalam larutan asam (Arifin *et al.*, 2006). Abu yang diperoleh dari penentuan kadar abu total dididihkan dalam 25 ml asam klorida (HCL 10%) selama 5 menit. Bagian yang tidak larut asam disaring dengan kertas saring bebas abu yang sudah diketahui beratnya. Dicuci dengan air panas dan disaring, kemudian dikeringkan dan ditimbang.

$$\text{Kadar abu tidak larut asam (\%)} = \frac{(C - A)}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = berat kertas saring awal (g)

B = berat sampel (g)

C = berat akhir (g)

#### 3.5.5 Kadar Sulfat (Distantina *et al.*, 2010)

Prinsip kerja analisa kadar sulfat dengan menghidrolisis sampel dan dilanjutkan pengendapan sulfat sebagai barium sulfat. Sampel sebanyak 0,5g (W1) dihidrolisis dengan 50 mL 0,1N HCl selama 15 menit pada suhu didih. Sejumlah 10mL BaCl<sub>2</sub> 0,25M ditambahkan sedikit demi sedikit sambil dididihkan selama 5 menit. Setelah didinginkan selama 5 jam, endapan disaring menggunakan kertas saring Whatman (no.42 ashless) dan selanjutnya dibakar



dalam *muffle* pada 700 °C selama 1 jam. Berat abu putih merupakan berat barium sulfat (W<sub>2</sub>). Kadar sulfat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ sulfat} = \frac{W_1}{W_2} \times 100 \times 0,4116$$

Keterangan:

W<sub>1</sub> = berat sampel (g)

W<sub>2</sub> = berat endapan BaSO<sub>4</sub> (g)

0,4116 = massa molekul relatif SO<sub>4</sub> dibagi massa atom relatif BaSO<sub>2</sub>

### 3.5.6 Viskositas (FM C Corp. 1977)

Prinsip uji viskositas adalah kelarutan karaginan di dalam air pada suhu 76-77 °C. Prosedur uji viskositas yaitu larutan karaginan dengan konsentrasi 1,5% dipanaskan dalam bak air mendidih sambil diaduk secara teratur sampai suhu mencapai 76-77 °C. Larutan karaginan tersebut diukur dengan *spindle viscometer Brookfield* yang berputar pada kecepatan 60 rpm dengan jarum spindle no.2. Spindel terlebih dahulu dipanaskan pada suhu 75 °C kemudian dipasang ke alat ukur *viscometer Brookfield*. Posisi *spindle* dalam larutan panas diatur sampai tepat, *viscometer* diputar dan suhu larutan diukur. Ketika suhu larutan mencapai 75 °C termometer dikeluarkan dan nilai viskositas diketahui dengan pembacaan viscometer pada skala 1 sampai 100. Pembacaan dilakukan setelah satu menit putaran penuh. Hasil pembacaan digandakan 5 kali untuk *spindle* no. 2 bila dijadikan *centipoises*.

### 3.5.7 Kekuatan Gel (*Gel Strength*) (Distantina et al., 2010)

Kekuatan gel (*gel strength*) sangat penting untuk menentukan perlakuan yang terbaik dalam proses ekstraksi karaginan. Kekuatan gel karaginan diukur dengan alat *tensile strength*. Prinsip dasar pengujian adalah memberikan beban pada sampel per satuan luas. Nilai kekuatan gel yang dihasilkan dinyatakan dalam satuan N/cm<sup>2</sup>. Tepung karaginan sebanyak 1 g dilarutkan ke dalam 10 mL akuades yang kemudian dipanaskan sampai suhunya mencapai 80°C sambil

terus diaduk. Setelah itu, larutan dimasukkan ke dalam cetakan yang berdiameter 6 cm dan didiamkan selama semalam pada suhu kamar. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

- Letakkan sampel pada tumpuan
- Tepatkan batang penekan pada permukaan sampel dengan cara memutar roda penekan
- Putar roda penekan perlahan-lahan sambil diamati jarum penunjuk beban sampai sampel mulai tertembus
- Bacaan maksimum merupakan gaya untuk menembus sampel

$$\text{Kekuatan gel} = \frac{\text{gaya untuk menembus sampel}}{\text{luas permukaan sampel yang tertembus}} \left( \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right)$$

### 3.5.8 Derajat Warna Karaginan (Eom et al., 2013)

Pengujian warna dilakukan dengan menggunakan alat Color Reader CR-10 merek *Konica Minolta Sensing Inc.* Prinsip kerja alat ini adalah mendapatkan warna berdasarkan daya pantul dari karaginan terhadap cahaya yang diberikan oleh *chromameter*. System warna yang digunakan adalah *Hunter's Lab Colorimeter System* yang dicirikan dengan tiga nilai yaitu L (*Lightness*), a\* (*Redness*), dan b\* (*Yellowness*). Sampel diletakkan pada cawan dengan lebar 1 cm. Warna dibaca menggunakan *chroma meter* dimana diperoleh data hasil pengujian yaitu L\*, a\* dan b\*. Dari ketiga komponen tersebut dapat diketahui besarnya derajat keputihan tepung karaginan dengan menggunakan persamaan (Eom et al., 2013), yaitu sebagai berikut:

$$W = (L^* - 3b^*)$$

Keterangan:

W = derajat keputihan

L\* = kecerahan

b\* = kekuningan/kebiruan

### 3.5.9 Spektra Infra Merah Karaginan

Spektra infra merah karaginan dilakukan dengan spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Prinsip FTIR yaitu penyerapan sejumlah frekuensi sinar merah yang melewati sampel, hasil serapan akan dicatat pada kertas rekorder. Sampel yang dianalisis menggunakan FTIR yaitu hasil tiap perlakuan pada salah satu ulangan. Sampel yang diperlukan untuk analisis FTIR antara 1,5 mg. Tujuan analisa menggunakan FTIR yaitu untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam karaginan.

Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer *Michelson* yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah dihasilkan dari pentransmisiian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) dijadikan sebagai absis X dan intensitas absorpsi atau persen transmisi sebagai ordinat Y (Anam *et al.*, 2007).

Analisis gugus fungsi suatu sampel dilakukan dengan membandingkan pita absorpsi yang terbentuk pada spektrum inframerah menggunakan tabel korelasi dan menggunakan spektrum senyawa pembanding (yang sudah diketahui) (Anam, *et al.*, 2007). Menurut Sastrohamidjojo (1991), daerah pada spektrum infra merah diatas  $1500 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan pita spektrum atau gugus-gugus fungsi dalam molekul kimia, sedangkan daerah dibawah  $1500 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan daerah sidik jari.

### 3.6 Rancangan Percobaan



Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 (tiga) perlakuan dan 3 (tiga) kali ulangan. Desain rancangan percobaan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Model rancangan percobaan**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
P 1	(P 1) <sub>1</sub>	(P 1) <sub>2</sub>	(P 1) <sub>3</sub>	TP 1	RP 1
P 2	(P 2) <sub>1</sub>	(P 2) <sub>2</sub>	(P 2) <sub>3</sub>	TP 2	RP 2
P 3	(P 3) <sub>1</sub>	(P 3) <sub>2</sub>	(P 3) <sub>3</sub>	TP 3	RP 3

Keterangan :

- P 1 = Perlakuan utuh  
 P 2 = Perlakuan patah  
 P 3 = Perlakuan campuran

### 3.7 Analisis Data

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini kemudian dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui besarnya nilai F. Jika hasil analisis keragaman menunjukkan adanya perbedaan pada taraf 5% maka dilanjutkan dengan uji BNT 5%, dengan selang kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Menurut Sastrosupadi (2000), bentuk umum rancangan acak lengkap tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$$

Dimana :

$Y_{ij}$  = hasil pengamatan (parameter kualitas karaginan *E. cottonii*)

$\mu$  = nilai rata-rata umum

$T_j$  = pengaruh perbedaan kondisi bahan baku pada taraf ke-*i* terhadap parameter

$\varepsilon_{ij}$  = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-*i* dan ulangan pada taraf ke-*j*

*i* = perbedaan kondisi bahan baku

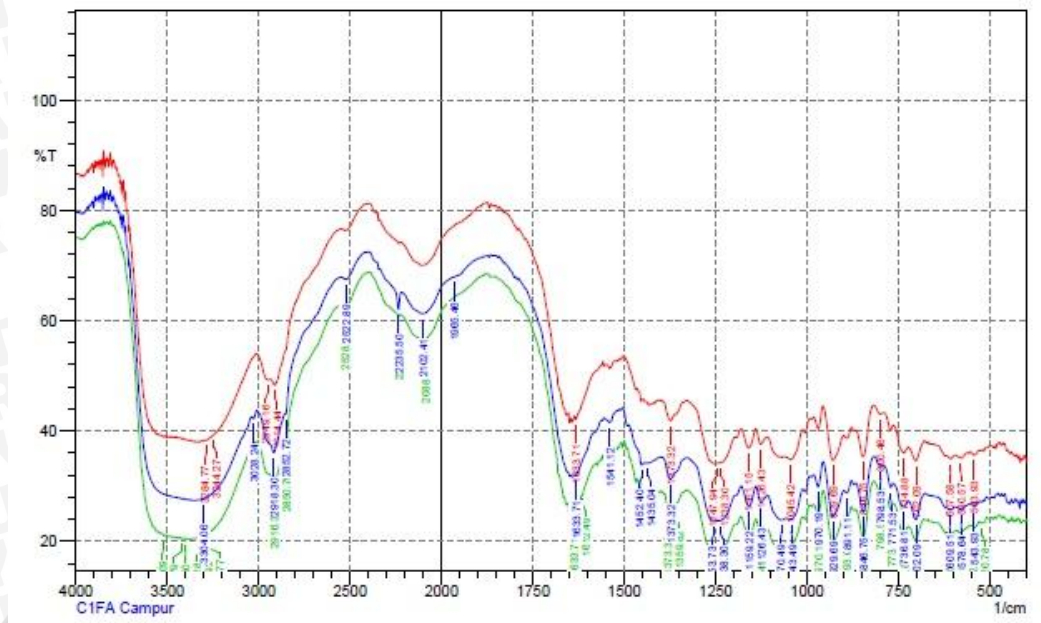
*j* = ulangan (1, 2, 3)

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Spektra Inframerah Karaginan

Spektrokopi FTIR (*fourier transform infrared*) merupakan salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa (Kusumastuti, 2011). Salah satu penggunaan spektrokopi FTIR adalah menunjukkan adanya serapan yang sangat kuat terhadap gugus fungsional karaginan. Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah jenis rumput laut *E. cottonii* yang banyak diketahui mengandung karaginan jenis *kappa*. Kappa karaginan tersusun dari  $\alpha(1,3)$ -D-galaktosa-4-sulfat dan  $\beta(1,4)$ -3,6-anhidro-D-galaktosa (Fathmawati *et al.*, 2014).

Menurut Uy *et al.* (2005) spektra infra merah menunjukkan adanya berkas absorpsi yang sangat kuat pada daerah  $1210-1260\text{ cm}^{-1}$  karena ikatan ester sulfat dan daerah  $1010-1080\text{ cm}^{-1}$  dianggap ikatan glikosidik pada semua jenis karaginan. Karaginan yang menunjukkan lebar spektrum  $840-850\text{ cm}^{-1}$  adalah galaktosa-4-sulfat yang dimiliki karaginan jenis *kappa*. Hal ini menunjukkan spektrum karaginan hasil isolasi telah memenuhi spesifikasi dengan karaginan komersial karena gugus fungsional yang terdapat pada spektrum karaginan sampel yang dihasilkan identik dengan spektrum standar karaginan. Hasil spektra infra merah karaginan perlakuan utuh, patah dan campuran dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9. Spektra FTIR karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku**

Gambar 9 menunjukkan hasil spektra infra merah karaginan pada berbagai kondisi bahan baku. Panjang gelombang dari tiap perlakuan menunjukkan bilangan gelombang pada gugus fungsional yang terkandung dalam karaginan. Gugus fungsional dan bilangan gelombang beserta intensitasnya dapat dilihat pada Tabel 4.

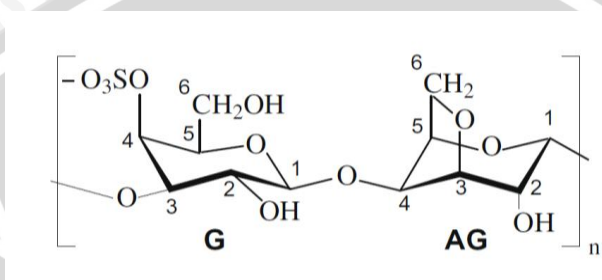
**Tabel 4. Bilangan gelombang pada karaginan hasil penelitian**

Gugus Fungsional	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )			Intensitas		
	Utuh	Patah	Campuran	Utuh	Patah	Campuran
Galaktosa 4 sulfat	846,75	846,75	846,75	35,333	20,841	25,336
3,6 Anhidrogalaktosa	929,69	929,69	929,69	34,721	19,801	24,562
Ester Sulfat	1247,94	1257,59	1253,73	34,126	18,244	23,629

Tabel 4 menunjukkan bilangan gelombang hasil serapan IR karaginan dalam berbagai kondisi bahan baku. Pada penelitian ini semua perbedaan perlakuan kondisi bahan baku memperlihatkan adanya gugus - gugus yang mirip dengan gugus fungsional  $\kappa$  karaginan, dan masuk pada wilayah gelombang yang dimiliki oleh gugus fungsional  $\kappa$  karaginan. Sen dan Ers (2010) menjelaskan, adanya serapan pada panjang gelombang  $805 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan



3,6 anhidrogalaktosa 2 sulfat sebagai indikasi ketidakmurnian *kappa* karaginan. Sedangkan pada hasil penelitian ini, pada semua perlakuan tidak menunjukkan adanya serapan pada panjang gelombang  $805\text{ cm}^{-1}$ , sehingga dapat dikatakan bahwa hasil yang didapat adalah murni *kappa* karaginan. Data serapan FTIR dapat dilihat pada Lampiran 13. Hal ini juga dapat dilihat pada struktur *kappa* karaginan berikut ini.



Gambar 10. Struktur *kappa* karaginan (Distantina *et al.*, 2010)

Gambar 10 menunjukkan bahwa karaginan memiliki gugus  $\text{SO}_3^-$  yang terikat pada R1 dan gugus H pada R3 yang hanya dimiliki oleh karaginan jenis *kappa* karaginan. Hasil penelitian Setijawati (2014) menunjukkan, karakteristik *kappa* karaginan dari *E. cottonii* memiliki serapan ikatan glikosidik pada  $1070\text{ cm}^{-1}$ , 3,6 anhidrogalaktosa (AG) di  $937,7\text{ cm}^{-1}$  dan galaktosa 4 sulfat pada bilangan gelombang  $847,7\text{ cm}^{-1}$ .

Pada penelitian ini dengan menggunakan bahan baku yang berbeda pada perlakuan patah, utuh maupun campuran antara patah dan utuh menghasilkan bilangan gelombang yang sama. Pada perlakuan utuh menghasilkan galaktosa 4 sulfat pada bilangan gelombang  $846,75\text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 35,333%), 3,6 anhidrogalaktosa bilangan gelombang  $929,69\text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 34,721%), dan gugus ester sulfat bilangan gelombang  $1247,94\text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 34,126%). Data serapan FTIR perlakuan utuh dapat dilihat pada Lampiran 13.

Karaginan pada perlakuan patah mengandung gugus galaktosa 4 sulfat bilangan gelombang  $846,75\text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 20,841%), gugus 3,6 anhidrogalaktosa pada bilangan gelombang  $925,69\text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 19,801%),

dan gugus ester sulfat pada bilangan gelombang  $1247,94 \text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 18,244%). Data serapan FTIR perlakuan patah dapat dilihat pada Lampiran 15.

Karaginan pada perlakuan campuran mengandung gugus galaktosa 4 sulfat bilangan gelombang  $846,75 \text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 25,336%), gugus 3,6 anhidro galaktosa pada bilangan gelombang  $929,69 \text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 24,562%), dan gugus ester sulfat pada bilangan gelombang  $1257,73 \text{ cm}^{-1}$  (transmitansi 23,629%). Data serapan FTIR perlakuan campuran dapat dilihat pada Lampiran 17. Marseno *et al.*, (2010) menjelaskan bahwa, semakin besar nilai transmitansi maka nilai absorbansi akan semakin kecil. Sehingga dari data yang dihasilkan dapat diperkirakan jumlah gugus teridentifikasi pada karaginan dengan perlakuan utuh dan campuran lebih kecil dibandingkan karaginan hasil perlakuan patah. Hal ini menunjukkan bahwa karaginan dengan gugus fungsional terbanyak dijumpai pada karaginan dengan perlakuan utuh.

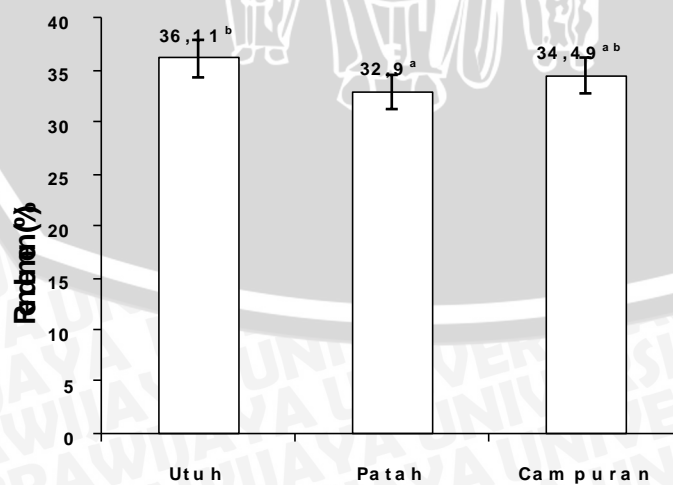
Dijelaskan dengan hasil analisis FTIR, jika dilihat dari analisis FTIR, rasio absorbansi galaktosa 4 sulfat terhadap glikosidik dari semua perlakuan menunjukkan bilangan gelombang yang sama yaitu (846,75) untuk masing – masing tiap perlakuan adalah utuh 6,693; patah 6,973 dan campuran 7,156. Nilai ini menunjukkan bahwa galaktosa 4 sulfat pada perlakuan campuran lebih tinggi dibanding dengan perlakuan utuh maupun patah. Rasio absorbansi ester sulfat terhadap glikosidik atau pada perlakuan utuh (1247,94), patah (1257,59) dan campuran (1257,73) untuk masing – masing tiap perlakuan adalah utuh 0,905; patah 7,648 dan campuran 1,664. Nilai ini mengidentifikasi bahwa kadar ester sulfat dalam karaginan pada perlakuan patah lebih tinggi dibanding dengan perlakuan utuh dan campuran. Oleh karena itu, meskipun pada kedua gugus galaktosa 4 sulfat dan ester sulfat pada perlakuan utuh lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan patah maupun campuran, namun dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan utuh memiliki kekuatan gel yang lebih tinggi. Hal ini bisa

dipahami mengingat jenis dan kualitas bahan baku rumput laut serta metode pengolahan yang digunakan berbeda (Distantina *et al.*, 2010).

Dapat dijelaskan pada perlakuan utuh komponen penyusun karaginan seperti 3,6 anhidrogalaktosa dan ester sulfat tidak banyak yang hilang saat bahan baku dikeringkan, sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel yang dihasilkan. Wenno *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa, meningkatnya kekuatan gel berbanding lurus dengan 3,6 anhidrogalaktosa dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfatnya. 3,6 anhidrogalaktosa menyebabkan sifat beraturan dalam polimer dan sebagai akibatnya akan mempertinggi potensi pembentukan heliks rangkapnya (Mairano, 1997).

#### 4.2 Rendemen

Data dan analisis rendemen karaginan yang dibuat dengan perbedaan kondisi bahan baku utuh, patah dan campuran pada bahan baku *E. cottonii* dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa perbedaan kondisi bahan baku memberikan pengaruh yang nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ ) terhadap rendemen karaginan yang dihasilkan. Berikut rata-rata rendemen karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku



Gambar 11. Rendemen karaginan pada berbagai kondisi bahan baku



Gambar 11. menunjukkan bahwa *E. cottonii* yang dikeringkan dengan perlakuan utuh menghasilkan karaginan dengan tingkat rendemen lebih tinggi dibandingkan rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan patah maupun campuran antara patah dan utuh. Hal ini kemungkinan disebabkan karena *E. cottonii* yang dikeringkan dengan perlakuan utuh tidak banyak kehilangan getah, sehingga karaginan yang dihasilkan pada perlakuan utuh melalui proses ekstraksi masih mengandung cukup banyak komponennya, yang dapat membuat rendemen lebih tinggi. Whhenno dan Thenu (2009) melaporkan bahwa karaginan memiliki rendemen antara 25,02-31,16%. Rendemen pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Hakim *et al.* (2011) dengan metode ekstraksi yang sama menghasilkan rendemen karaginan sebesar 21,76-31,77%.

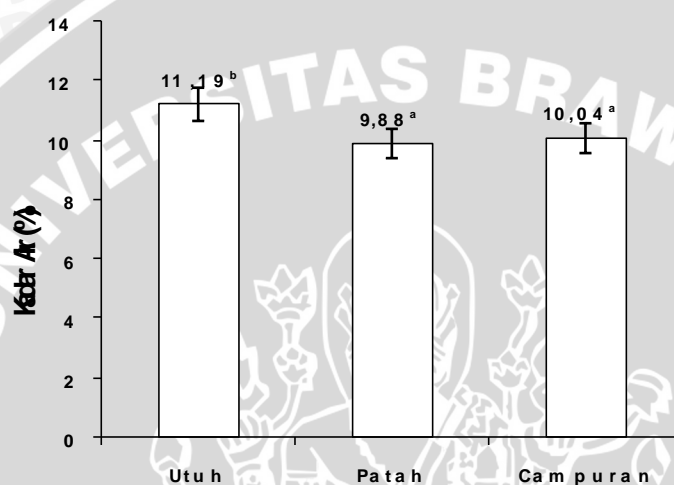
Pada penelitian ini rata-rata rendemen yang dihasilkan berkisar antara 32,90% - 36,11%. Jika dibanding dengan standar minimum rendemen karaginan yang ditetapkan oleh Departemen Perdagangan RI yaitu minimum sebesar 25% maka karaginan yang sudah dihasilkan sudah memenuhi standar. Samsuar (2006) menjelaskan bahwa semakin tua umur panen maka kandungan polisakarida yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan polisakarida merupakan hasil fotosintesis yang disimpan pada sel, semakin lama umur panen semakin banyak polisakarida yang dihasilkan.

Rendemen dan sifat karaginan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain umur panen, musim dan letak panen, metode ekstraksi, metode presipitasi, metode pengeringan dan metode fraksinasi. Sehingga karaginan akan berbeda di setiap waktu panen dan pengolahannya (Distantina *et al.*, 2009). Rendemen karaginan yang tinggi dapat diperoleh berdasarkan teknik pengolahannya. Menurut Asnawi *et al.* (2009), rendemen terbesar akan diperoleh jika ekstraksi menggunakan pelarut kalium hidroksida dan pada tahap presipitasi menggunakan presipitan kalium klorida.

#### 4.2 Kadar Air

Data dan analisis kadar air karaginan dapat dilihat pada Lampiran 3.

Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa perbedaan kondisi bahan baku memberikan pengaruh yang nyata ( $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel } 5\%}$ ) terhadap kadar air karaginan yang dihasilkan. Berikut rata-rata kadar air karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku.



**Gambar 12. Kadar air karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku**

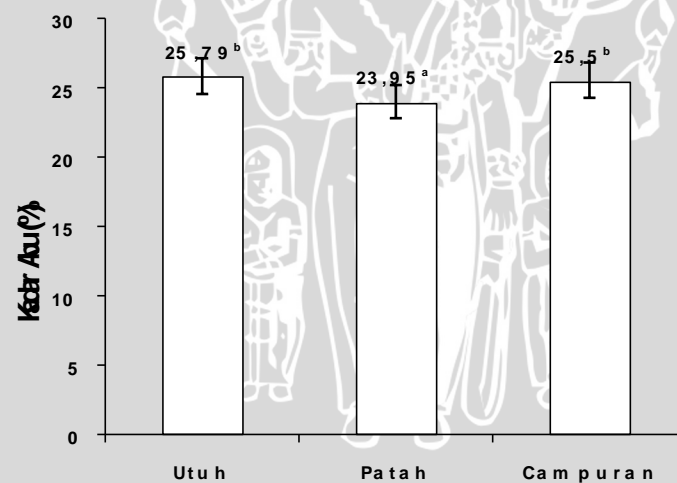
Gambar 12. menunjukkan bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh menghasilkan kadar air yang lebih tinggi dibanding kadar air bahan baku patah maupun campuran. Hal ini diduga karaginan pada perlakuan utuh lebih banyak daripada perlakuan patah dan campuran, karena karaginan bersifat hidroskopis maka karaginan pada perlakuan utuh lebih banyak menyerap air sehingga kadar air yang dihasilkan lebih tinggi.

Pada penelitian ini rata-rata nilai kadar air karaginan yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 9,87% -11,19%. Rata-rata kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini ini masih memenuhi standar kadar air karaginan yang telah ditetapkan oleh FAO yaitu maksimum 12% (FAO, 2007). Menurut Wenno *et al.* (2012) Pertambahan umur panen cenderung menyebabkan kadar

air karaginan mengalami peningkatan. Hal ini diduga karena sifat hidrofiliknya sehingga rumput laut dapat menyerap air yang cukup banyak ketika semakin lama dalam perairan. Dengan tingginya kadar air pada rumput laut, diduga kandungan air karaginan dalam rumput laut juga meningkat. Semakin tua umurnya, air yang diserap oleh rumput laut untuk proses sintesis polisakarida semakin banyak.

#### 4.3 Kadar Abu

Data dan analisis kadar abu karaginan dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa perbedaan kondisi bahan baku tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$ ) terhadap kadar abu karaginan yang dihasilkan. Berikut rata-rata kadar abu karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku.



Gambar 13. Kadar abu karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku

Gambar 13. menunjukkan bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh menghasilkan kadar abu yang tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kandungan mineral pada bahan baku utuh lebih banyak atau tidak hilang saat dikeringkan. Wenno *et al.*, (2012), rumput laut sebagai penghasil karaginan termasuk bahan pangan yang mengandung mineral cukup



tinggi karena kemampuannya dalam menyerap garam-garam mineral yang berasal dari lingkungannya. Sejalan dengan rendemen, bahan baku yang dikeringkan dengan perlakuan utuh tidak banyak kehilangan komponen mineralnya seperti kalium, kalsium, fosfor, zat besi, natrium, dan yodium. Sehingga karaginan yang dihasilkan masih banyak mengandung komponen mineral tersebut yang dapat meningkatkan kadar abu.

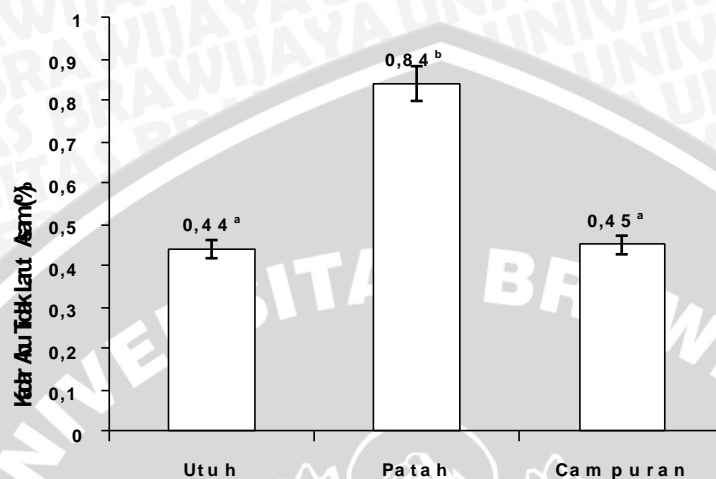
Menurut Basmal *et al.* (2008) kandungan abu dalam karaginan sangat dipengaruhi oleh teknik pengolahan dan tingkat kebersihan dalam proses pencucian rumput laut yang sudah diekstrak menggunakan larutan garam alkali. Proses pencucian yang kurang bersih dapat mengakibatkan kelebihan ion  $K^+$  pada karaginan, sehingga akan menyumbang peningkatan kadar abu. Pemberian garam KCl selama proses ekstraksi karaginan cenderung meningkatkan kadar abu.

Penggunaan KCl pada proses presipitasi juga dapat mempengaruhi tingginya kadar abu pada karaginan yang dihasilkan. Hakim *et al.*, (2011) menyatakan adanya ion kalium dari penggunaan KCl pada proses presipitasi merupakan penyebab tingginya kadar abu karaginan, sehingga semakin tinggi konsentrasi KCl, maka kadar abu juga semakin meningkat, karena kalium merupakan unsur mineral yang tidak terbakar. Pada penelitian ini rata-rata nilai kadar abu karaginan yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 23,95% - 25,79%. Rata-rata kadar abu yang dihasilkan dari penelitian ini masih memenuhi standar kadar abu karaginan yang telah ditetapkan oleh FAO yaitu sekitar 15 - 40% (FAO, 2007).

#### 4.4 Kadar Abu Tidak Larut Asam

Data dan analisis kadar abu tidak larut asam karaginan dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa perbedaan

kondisi bahan baku memberikan pengaruh yang nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$ ) terhadap kadar abu tidak larut asam karaginan yang dihasilkan. Berikut rata-rata kadar abu tidak larut asam karaginan dengan perbedaan kondisi bahan baku.



Gambar 14. Kadar abu tidak larut asam karaginan pada berbagai kondisi bahan baku

Gambar 14. menunjukkan bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan patah menghasilkan karaginan dengan kadar abu tidak larut asam lebih tinggi dibandingkan rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh maupun campuran. Hal ini diduga perlakuan patah yang diperoleh dengan proses pemurutan menyebabkan berikutnya komponen tali pengikat rumput laut yang menyebabkan tingginya kadar abu tidak larut asam. Diharmi *et al.*, (2011), Kadar abu tidak larut asam adalah garam-garam klorida yang tidak larut asam yang sebagian adalah garam-garam logam berat dan silika. Kadar abu tidak larut asam tinggi menunjukkan adanya kontaminasi residu mineral atau logam yang tidak dapat larut dalam asam pada suatu produk seperti silika yang ditemukan di alam yaitu kuarsa, pasir dan batu.

Kadar abu tidak larut asam pada perlakuan patah sangat tinggi dibanding dengan perlakuan yang lain. Tingginya kadar abu tidak larut asam kemungkinan disebabkan karena adanya kontaminasi pada saat pemurutan dengan alat yang

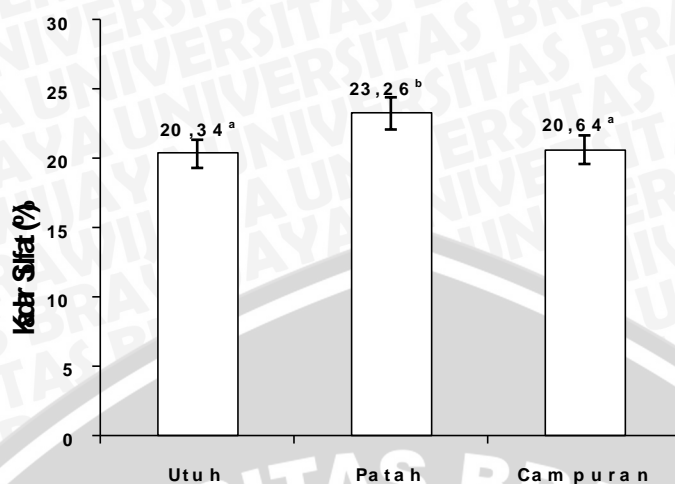
terbuat dari besi memungkinkan dapat mengakibatkan tali ris tergores dan potongan goresannya melekat pada *thallus* yang patah dan tidak hilang saat dicuci, sehingga karaginan yang dihasilkan kadar abu tidak larut asam meningkat. Dibanding dengan kondisi utuh yang hanya digantung dan tidak ada pemurutan sehingga tidak banyak terkontaminasi dengan alat lain selain tali ris yang digunakan pada proses pengeringan.

Rata-rata kadar abu tidak larut asam yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berkisar antara 0,44% - 0,84%. Pada penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian Hakim *et al.*, (2011), yaitu 0,83% pada perlakuan terbaiknya yaitu dengan perbandingan air 1:20, konsentrasi KCL 1% dan suhu presipitasi 30°C. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan kondisi bahan baku yang digunakan. Tetapi kadar abu tidak larut asam pada penelitian ini masih memenuhi kisaran standart mutu karaginan yang ditetapkan ole FCC (*Food Chemical Codec*) yaitu maksimal 1% dan FAO maksimal 2%.

#### 4.5 Kadar Sulfat

Data dan analisis kadar sulfat karaginan dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil ANOVA (*Analysis of Varience*) menunjukkan bahwa perbedaan kondisi bahan baku memberikan pengaruh yang nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ ) terhadap kadar sulfat karaginan yang dihasilkan. Berikut rata-rata kadar sulfat karaginan pada perbedaan kondisi bahan baku.





Gambar 15. Kadar sulfat karaginan pada berbagai kondisi bahan baku

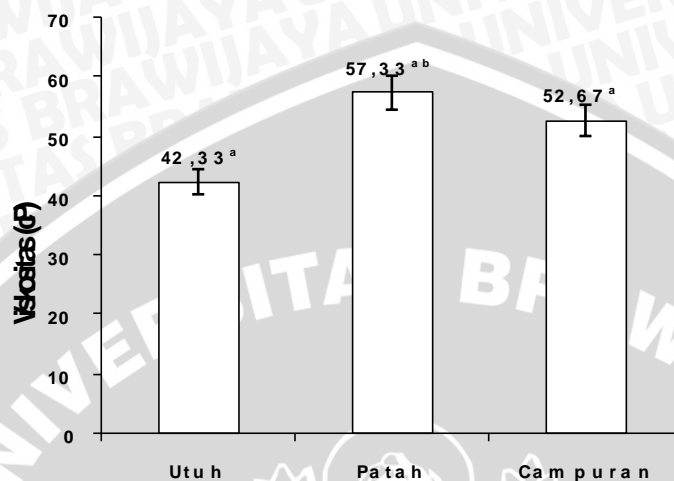
Gambar 15. menunjukkan bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan patah menghasilkan karaginan dengan kadar sulfat lebih tinggi dibandingkan rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh maupun campuran antara patah dan utuh. Tingginya kadar sulfat karaginan dimungkinkan oleh lingkungan budidaya yang tinggi akan unsur-unsur mineral dan kondisi patah menyebabkan keluarnya getah yang menurunkan kekuatan gelyang mana berbanding terbalik dengan kadar sulfat dan pada perlakuan utuh tidak banyak kehilangan getah sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel. Hayashi *et al.* (2007) melaporkan karaginan memiliki kadar sulfat 23,08-33,48%. Rendahnya kadar sulfat pada karaginan dapat menyebabkan viskositas karaginan menurun. Pada penelitian ini rata-rata nilai kadar sulfat karaginan yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 20,34% -23,26%. Rata-rata kadar sulfat karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini sudah memenuhi standar kadar sulfat karaginan yang telah ditetapkan oleh FAO yaitu sekitar 15 – 40% (FAO, 2007).

#### 4.5 Viskositas

Data dan analisis viskositas karaginan dapat dilihat pada Lampiran 7.

Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa perbedaan kondisi

bahan baku memberikan pengaruh yang nyata (  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}} 5\%$  ) terhadap viskositas karaginan yang dihasilkan. Berikut rata-rata viskositas karaginan pada berbagai kondisi bahan baku.



**Gambar 16. Viskositas karaginan pada berbagai kondisi bahan baku**

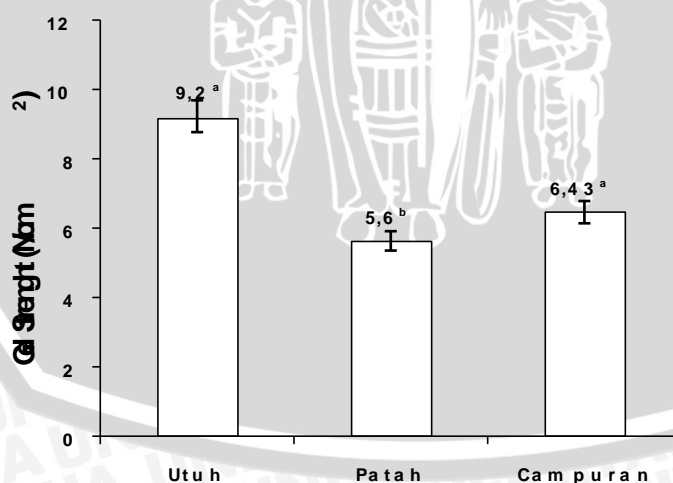
Gambar 16. menunjukkan bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan patah menghasilkan karaginan dengan viskositas tinggi dibanding dengan perlakuan utuh maupun campuran. Hal ini disebabkan adanya getah yang keluar saat pengeringan dimungkinkan mengandung gugus fungsional karaginan sehingga semakin banyak getah yang keluar maka akan semakin banyak gugus fungsi yang terbuang dan menyebabkan tingginya viskositas karaginan yang mana hal tersebut tidak dikehendaki karena viskositas semakin tinggi akan menyebabkan rendahnya kekuatan gel karaginan, sedangkan pada kondisi utuh ketika diekstraksi cairannya lebih encer sehingga pengurangan sulfatnya semakin banyak. Moirano (1977) mengemukakan bahwa semakin kecil kandungan sulfat, maka nilai viskositasnya juga semakin kecil, tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat. Adanya garam-garam yang terlarut dalam karaginan akan menurunkan muatan bersih sepanjang rantai polimer. Penurunan muatan

ini menyebabkan penurunan gaya tolakan (*repulsion*) antar gugus-gugus sulfat, sehingga sifat hidrofilik polimer semakin lemah.

Pada penelitian ini rata-rata nilai viskositas karaginan yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 42,33 cP – 57,33 cP, rata-rata viskositas karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini masih memenuhi standar viskositas karaginan yang telah ditetapkan oleh FAO yaitu minimal 5 cP (FAO, 2007). Semakin kecil kandungan sulfat suatu karaginan, maka nilai viskositasnya akan semakin kecil pula, tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat (Kasim, 2013).

#### 4.6 Kekuatan Gel (*Gel Strength*)

Data dan analisis kekuatan gel karaginan dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa perbedaan kondisi bahan baku memberikan pengaruh yang nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$ ) terhadap kekuatan gel (*gel strength*) karaginan yang dihasilkan. Berikut rata-rata kekuatan gel tepung karaginan pada berbagai kondisi bahan baku.



Gambar 17. Gel Strength karaginan pada berbagai kondisi bahan baku

Gambar 17. menunjukkan bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh menghasilkan karaginan dengan kekuatan gel lebih tinggi



dibandingkan rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan patah maupun campuran antara patah dan utuh. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada perlakuan utuh kemungkinan saat pengeringan kondisi utuh tidak ada getah karaginan yang keluar sehingga kandungan karaginnannya tinggi yang juga berpengaruh terhadap tingginya kekuatan gel dari karaginan dan juga komponen penyusun karaginan seperti galaktosa, 3,6-anhidrogalaktosa dan ester sulfat tidak banyak yang hilang saat bahan baku dikeringkan, sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel yang dihasilkan. Wenno *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa peningkatan kekuatan gel berbanding lurus dengan 3,6-anhidrogalaktosa dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfatnya. 3,6-anhidrogalaktosa menyebabkan sifat beraturan dalam polimer dan sebagai akibatnya akan mempertinggi potensi pembentukan heliks rangkapnya. Kekuatan gel merupakan parameter utama karaginan. Salah satu sifat penting karaginan adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah bentuk sol menjadi gel yang bersifat irreversible. Kemampuan inilah yang menyebabkan karaginan sangat luas penggunaannya, baik dalam bidang pangan maupun non pangan.

Moirano (1977) menjelaskan bahwa 3,6-anhidrogalaktosa menyebabkan sifat beraturan dalam polimer dan sebagai akibatnya akan mempertinggi potensi pembentukan heliks rangkapnya. Konsentrasi KOH yang digunakan juga mempengaruhi kekuatan gel yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi KOH yang digunakan akan menaikkan kekuatan gel tepung karaginan. Hal ini disebabkan karena kemampuan alkali melepaskan sulfat pada C6 dan bersamaan dengan itu terjadi pembentukan 3,6-anhidrogalaktosa dan merupakan suatu senyawa yang bertanggung jawab terhadap pembentukan gel.

Pada penelitian ini rata-rata nilai kekuatan gel karaginan yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara  $5,60 \text{ N/cm}^2 - 9,20 \text{ N/cm}^2$ . Kekuatan gel yang didapatkan dari hasil penelitian ini lebih rendah dibanding standard spesifikasi

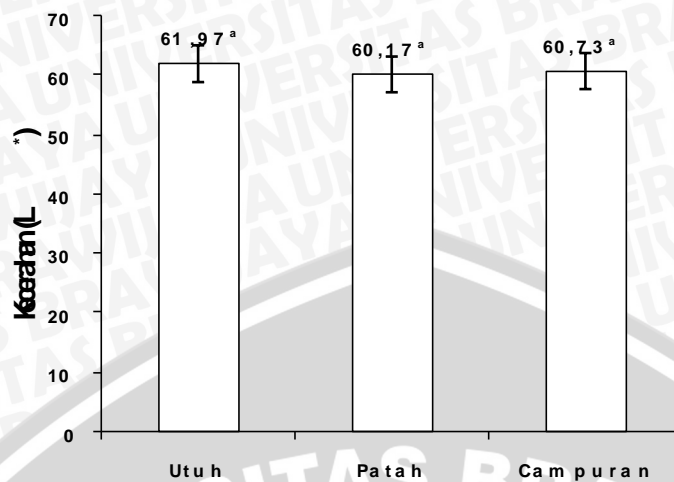
kekuatan gel karaginan yaitu  $11,768 \text{ N/cm}^2$ , tetapi lebih tinggi dibanding hasil penelitian Novianto *et al.*, (2013) yang membuat karaginan murni dengan proses mikrofiltrasi, yaitu memiliki rata-rata kekuatan gel tertinggi  $1,49 \text{ N/cm}^2$ .

#### 4.7 Derajat Warna Karaginan

Data dan analisis derajat warna karaginan dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa perbedaan kondisi bahan baku tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel } 5\%}$ ) terhadap derajat warna karaginan yang dihasilkan, baik derajat kecerahan ( $L^*$ ), derajat kemerahan/kehijauan ( $a^*$ ), dan derajat kekuningan/kebiruan ( $b^*$ ). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa rata-rata dari semua perlakuan kebanyakan warna yang dihasilkan adalah kecoklatan. Hal ini disebabkan karena kondisi bahan baku pada umur panen 60 hari rumput laut yang dihasilkan berwarna hijau kecoklatan karena diduga terlalu lama didalam air dan juga pada rumput laut terdapat selulosa, pigmen fikokserin, dan fikosianin. Selain sebagai komponen yang tidak larut air, selulosa juga menyebabkan warna karaginan menjadi keruh (Wenno, 2012). Berikut adalah rata-rata derajat warna tepung karaginan pada berbagai kondisi bahan baku.

##### ➤ **Kecerahan ( $L^*$ )**

Rata-rata tingkat kecerahan ( $L^*$ ) tepung karaginan pada berbagai kondisi bahan baku dapat dilihat pada Gambar 18.



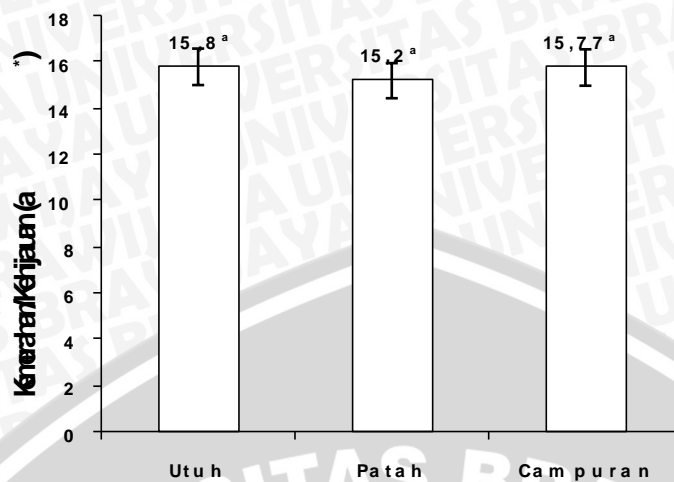
Gambar 18. Kecerahan (L\*) karaginan pada berbagai bahan baku

Gambar 18. menunjukkan bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh menghasilkan karaginan dengan tingkat kecerahan lebih tinggi dibandingkan rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan patah maupun campuran antara patah dan utuh. Dari hasil pengamatan, terlihat bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh memiliki warna yang mirip dengan rumput laut sebelum dikeringkan yaitu hijau tua. Sehingga pada proses ekstraksi, warna alami rumput laut dapat meningkatkan kecerahan dari karaginan yang dihasilkan dan juga pada kondisi utuh dimungkinkan dapat mencegah pecahnya dinding sel rumput laut sehingga getah karaginan tidak terpengaruh oleh lingkungan yang menyebabkan menurunnya tingkat kecerahan dari karaginan.

➤ **Kemerahan/kehijauan (a\*)**

Rata-rata tingkat kemerahan/kehijauan (a\*) tepung karaginan pada berbagai kondisi bahan baku dapat dilihat pada Gambar 19.



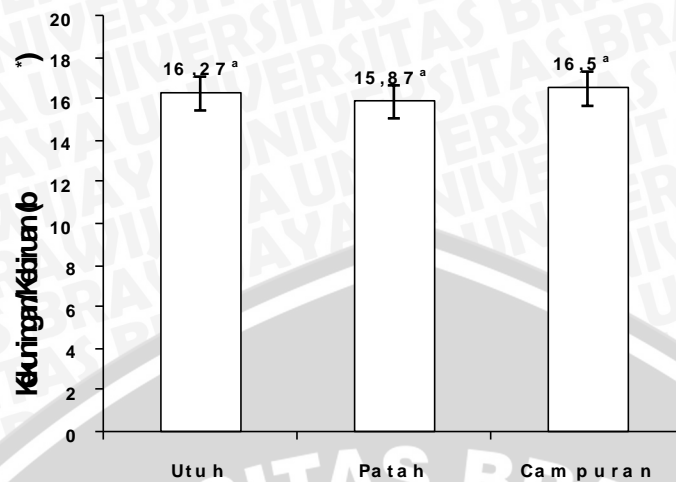


**Gambar 19. Kemerahan/kehijauan (a\*) karaginan pada berbagai kondisi bahan baku**

Gambar 19. menunjukkan bahwa perlakuan utuh menghasilkan tingkat kemerahan/kehijauan lebih tinggi dibanding perlakuan patah dan campuran antara utuh dan patah. Dari hasil pengamatan, terlihat bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh memiliki warna yang mirip dengan rumput laut sebelum dikeringkan yaitu hijau tua. Berbeda dengan rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan patah, setelah dikeringkan warnanya menjadi putih pucat kekuningan dan juga dimungkinkan ada pengaruh lingkungan terhadap bahan baku.

➤ **Kekuningan/kebiruan (b\*)**

Rata-rata tingkat kekuningan/kebiruan (b\*) tepung karaginan pada berbagai kondisi bahan baku dapat dilihat pada Gambar 20.



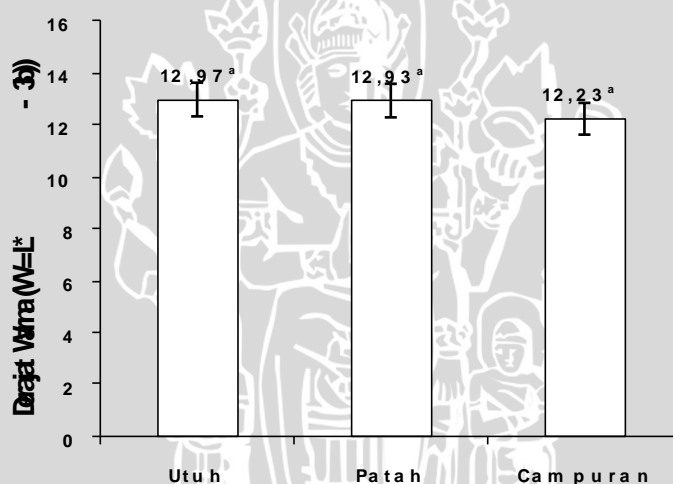
**Gambar 20. Kekuningan/kebiruan (b\*) karaginan pada berbagai kondisi bahan baku**

Gambar 20. menunjukkan bahwa perlakuan campuran antara utuh dan patah (1:1) menghasilkan tingkat kekuningan/kebiruan lebih tinggi dibanding perlakuan patah dan utuh. Dari hasil pengamatan, terlihat bahwa rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan utuh memiliki warna yang mirip dengan rumput laut sebelum dikeringkan yaitu hijau tua. Berbeda dengan rumput laut yang dikeringkan dengan perlakuan patah, setelah dikeringkan warnanya menjadi putih pucat kekuningan. Sejalan dengan tingkat kemerahan/kehijauan, warna kombinasi akan menghasilkan tingkat warna yang cenderung kekuningan/kebiruan. Berbeda dengan tingkat kecerahan, kecerahan ditentukan oleh warna dasar bahan yang digunakan, jika menggunakan satu warna dasar maka hasilnya akan sama, ketika menggunakan dua warna dasar maka akan menghasilkan warna dari kombinasi keduanya.

Dari ketiga komponen tersebut dapat diketahui besarnya derajat keputihan tepung karaginan dengan menggunakan persamaan (Eom *et al.*, 2013) yaitu derajat keputihan sama dengan kecerahan (L\*) dikurangi tiga kali tingkat kekuningan/kebiruan (b\*). Chan *et al.*, (2013) menjelaskan, derajat (L\*) mewakili derajat ringan, sedangkan 100 menunjukkan putih, dan 0 menunjukkan hitam.

Kemerahan diwakili oleh  $+(a^*)$ , sedangkan  $-(a^*)$  menunjukkan kehijauan. Kekuningan diwakili oleh  $+(b^*)$ , sementara kebiruan diwakili oleh  $-(b^*)$ . Secara umum tepung karaginan berwarna putih atau kuning cerah, sehingga nilai kecerahan ( $L^*$ ) dan kekuningan ( $b^*$ ) lebih penting dalam menggambarkan derajat warna karaginan.

Data dan analisis derajat keputihan karaginan dapat dilihat pada Lampiran 11. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa antar perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap derajat keputihan tepung karaginan yang dihasilkan. Berikut rata-rata derajat keputihan tepung karaginan pada berbagai kondisi bahan baku.

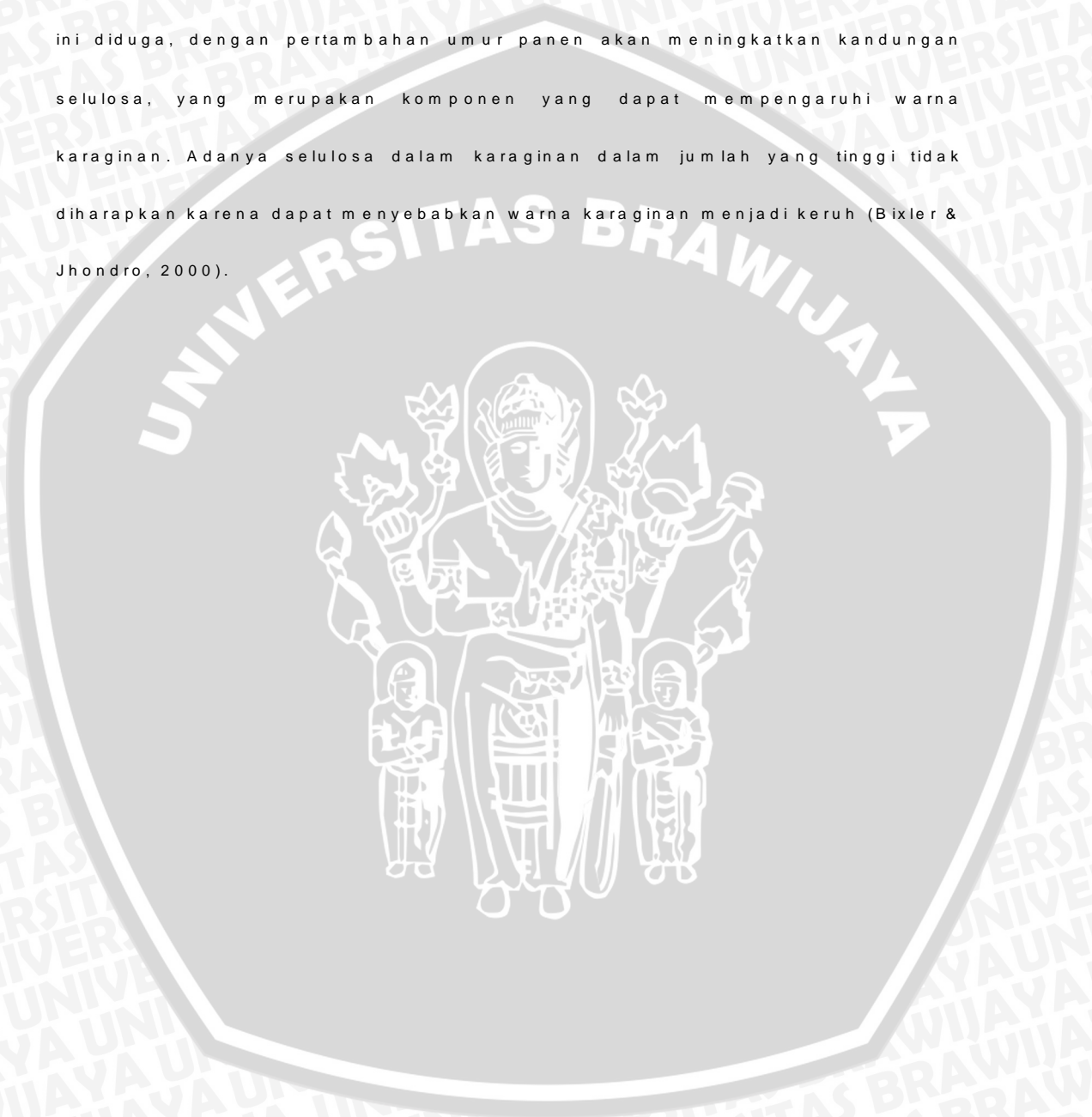


Gambar 21. Derajat keputihan karaginan pada berbagai kondisi bahan baku

Gambar 21. menunjukkan bahwa semua perlakuan patah, utuh maupun campuran antara patah dan utuh memiliki nilai rata-rata yang hampir sama namun, perlakuan dengan bahan baku utuh menghasilkan warna dengan derajat keputihan lebih tinggi dibanding perlakuan patah maupun campuran. Rata-rata nilai derajat keputihan karaginan berkisar antara 12,23 – 12,97. Hasil ini lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Wenno *et al.* (2012) yang berkisar antara 35,54–41,36%. Hal ini dimungkinkan getah yang keluar saat pengeringan patah



membawa sebagian selulosa yang ikut keluar sehingga menyebabkan kandungan selulosa berkurang dan mengakibatkan derajat putih karaginan lebih tinggi dari yang utuh dan campuran. Selain itu, penambahan umur panen cenderung menyebabkan nilai derajat putih karaginan mengalami penurunan. Hal ini diduga, dengan penambahan umur panen akan meningkatkan kandungan selulosa, yang merupakan komponen yang dapat mempengaruhi warna karaginan. Adanya selulosa dalam karaginan dalam jumlah yang tinggi tidak diharapkan karena dapat menyebabkan warna karaginan menjadi keruh (Bixler & Jhondro, 2000).



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kondisi bahan baku *E. cottonii* pada umur panen 60 hari berpengaruh terhadap kualitas karaginan dihasilkan pada kondisi utuh yang paling baik diantara perlakuan patah dan campuran yaitu memiliki rata-rata rendemen 36,11% , kadar air 11,19% , kadar abu 25,79% , kadar abu tidak larut asam 0,44% , kadar sulfat 20,34% , viskositas 42,33 cP, kekuatan gel 9,20 N/cm<sup>2</sup> dan derajat keputihan 12,96. Hasil uji FTIR pada penelitian ini menunjukkan bahwa bilangan gelombang pada gugus fungsi karaginan yang dihasilkan sama dengan gugus fungsional karaginan yaitu galaktosa 4 sulfat, 3,6-anhidrogalaktosa dan ester sulfat masing- masing pada perlakuan utuh berturut – turut adalah 846,75; 929,69 dan 1247,94

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah:

Perlu adanya penelitian lebih lanjut pada karaginan umur panen 60 hari untuk meningkatkan *gel strenght* dan derajat keputihan sehingga didapatkan kualitas karaginan yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, J. T., A. Zatznika, H. Purwoto, dan S. Istini. 2006. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Arisandi, A., Marsoedi, Happy N., dan Aida S. 2012. Kajian Sitologi dan Rendemen Karaginan *Kappaphycus alvarezii* hasil Kultur Jaringan Pada Perlakuan pH yang Berbeda. *Artikel Seminar Nasional Kedaulatan Pangan dan Energi*. 9 hal.
- Aslan, L.M. 1991. Budidaya Rumput Laut. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 97 Hlm.
- Asnawi, F. dan Susilaningtyas, L. 2009. Pengaruh Kondisi Presipitasi Terhadap Rendemen Dan Sifat Karaginan Dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Basmal, J., Sedayu, B.B and Utomo, B.S. 2003. Effect of KCl Precipitation of Carrageenan from *Eucheuma cottonii* Extract. *Journal of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*. Special Edition. 4: 73-80.
- Bixler, H.J. dan Jhondro, K.D. 2000. Philippine natural grade or semi refined carrageenan. In Philips, G.O. and Williams, P.A. (eds). *Handbook of Hydrocolloids*. Wood Head Publishing, England.
- Chaidir, A. 2006. Kajian Rumput Laut sebagai Sumber Serat Alternatif untuk Minuman Berserat. Tesis. Unpublished. IPB. Bogor.
- Chan, S. W., Hamed M., Farah S. T., Tau C. L and Chin P. T. 2013. Comparative Study on the Physicochemical Properties of k-carrageenan Extracted from *Kappaphycus alvarezii* (doty) doty-ex Silva in Tawau, Sabah, Malaysia and Commercial k-carrageenans. *Food Hydrocolloids* 30. 581-588
- Diharmi, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., dan Heruwati, E.S. 2011. Karakteristik Komposisi kimia rumput laut merah yang dibudidayakan dari pulau nusa penida, takalar dan sumenep. *Jurnal berkala perikanan terubuk*. IPB. Bogor.
- Distantina, S., Fadilah, Y. C. Danarto., Wiratni, dan M. Fahrurrozi. 2009. Pengaruh Kondisi Proses Pada Pengolahan *Eucheuma cottonii* Terhadap Rendemen dan Sifat Gel Karaginan. *Ekilibrium*. 8(1): 35-39.
- , 2010. Proses Ekstraksi Karaginan dari *Eucheuma cottonii*. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. C-21: 1-6.
- Djaeni, M., A. Prasetyaningrum, dan A. Mahayana. 2012. Pengeringan Karaginan Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Pada Spray Dryer Menggunakan Udara yang Didehumidifikasi dengan Zeolit Alam Tinjauan: Kualitas Produk dan Efisiensi Energi. *Momentum*. 8(2): 28-34.



- Eom, S., Kim J., Son B., Dong H. Y., Jeong M. H., Oh J., Kim B., and Kong C. 2013. Effects of Carrageenan on the Gelatinization of Salt-Based Surimi Gels. *Fisheries and Aquatic Science*. 16(3): 143-147.
- Fahrul. 2006. Pelatihan Budidaya Laut Coremap Tahap II Kabupaten Selayar: Panen dan Pascapanen. Yayasan Mattirotasi'. Makassar.
- Falshaw, R., Bixler, H.J. and Johndro, K. 2001. Structure and Performance of Commercial kappa-2 Carrageenan Extracts. *Food Hydrocolloids*. New York.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2007. Carragenan. Prepared at the 68<sup>th</sup> JECFA and published in FAO JECFA Monographs 4.
- Fathmawati, D. Abidin, M.R.P., Roesyadi, 2014. Studi Kinetika Pembentukan Karaginan Dari Rumput Laut. *Jurnal Teknik Pomits*:3(1).
- FMC Corp. 1977. Carrageenan. Marine colloid monograph number one. Marine colloid division FMC corporation Springfield. New Jersey. USA p 23-29
- Ghufron, M dan Kordi, K. 2010. A to Z Budi Daya Biota Akuatik Untuk Pangan, Kosmetik dan Obat-obatan. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Glicksman, M. 1983. Food Hydrocolloid 2. Boca Raton, FL, CRC Press, Inc. USA.
- Hakim, A. R., Singgih W., Fifi A., dan Rosmawaty P. 2011. Pengaruh Perbandingan Pengekstrak, Suhu Presipitasi, dan Konsentrasi Kalium Klorida (KCL) Terhadap Mutu Karaginan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 6(1): 1-12.
- Hamid, A. 2009. Pengaruh Berat Bibit Awal Dengan Metode Apung (*Floating method*) Terhadap Persentase Pertumbuhan Harian Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*). *Falkutas Sains Dan Teknologi*. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Harun, M., Roike I. M., dan I. K. Suwetja. 2013. Karakteristik Fisika Kimia Karaginan Rumput Laut Jenis *Kappaphycus alvarezii* Pada Umur Panen yang Berbeda di Perairan Desa Tihengo Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 1(1): 7-12.
- Haryadi., Medho, M.S. dan Marseno, D.W. 2010. Pengaruh Umur Panen Rumput Laut *Euचेuma cottonii* Terhadap Sifat Fisik, Kimia Dan Fungsional Karaginan. *Jurnal Agritech*. Kupang.
- Hidayati, P.W. 2002. Mempelajari Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) dan Khitosan sebagai Bahan Penjernih pada Proses Pembuatan Tepung Karaginan dari Rumput Laut Jenis *Euचेuma cottonii* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hudha, M. I., Risa S., dan Suci D. S. 2012. Ekstraksi Karaginan Dari Rumput Laut (*Euचेuma spinosum*) dengan Variasi Suhu Pelarut dan Waktu Operasi. *Berkala Ilmiah Teknik Kimia*. 1(1): 17-20.

- Imeson, A.P. 2012. Thickening and Gelling Agents for Food. A John Wiley & Sons, Ltd Publication. United Kingdom .
- Indriani, H. dan Suminarsih, E. 2003. *Budidaya, Pengolahan, Dan Pemasaran Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Itung, M. dan Marthen D. P. 2003. Pengolahan Pasca Panen Rumput Laut Jenis *Eucheuma* dan *Gracilaria* Untuk Tujuan Ekspor. *Marina Chimica Acta*. 4(1): 5-8.
- Kasim, S. 2013. Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida Terhadap Rendemen Karaginan yang Diperoleh dari rumput Laut Jenis *Eucheuma spinosum* Asal Kota Bau-Bau. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*.17(1): 1-8.
- Kusumastuti, A. 2011. Pengenalan Pola Gelombang Khas Dengan Interpolasi. *Jurnal CAUCHY*. 2(1): 7-12.
- Kusumastuti, A. 2011. Pengenalan Pola Gelombang Khas Dengan Interpolasi. *Jurnal CAUCHY*. 2(1): 7-12.
- Marseno, D. W., Maria S. M., dan Haryadi. 2010. Pengaruh Umur Panen Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Karaginan. *Agritech*. 30(4): 212-217.
- Moirano, A.L, 1977, Sulphated Seaweed Polysaccharides In Food Colloids. *Graham MD (editor). The AVI Publishing Company Inc, Westpoint Connecticut. USA*
- Novianto, D. K., Y. Dinarianasari, Aji P. 2013. Pemanfaatan Membran Mikrofiltrasi untuk Pembuatan *Refined Carrageenan* dari Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(3): 109-114.
- Sambas, Z. 2010. *Budidaya Rumput Laut*. Zaldibiaksambas.file.wordpress.pdf. (diakses 7 Mei 2015)
- Saputra, R., Patadjai, R.S., Balubi, A.M. 2013. Analisis Pertumbuhan Dan Kadar Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Pada Lokasi Berbeda Di Perairan Sekitar Penambangan Kecamatan Lasolo Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 3(12):55-67.
- Setijawati, D., S. Wijana., Aulaniam I dan I. Santosa. 2011. Viabilitas Dan Struktur Mikrokapsul *Lactobacillus Acidophilus* dengan Bahan Penyalut Karaginan Semi Murni Jenis *Eucheuma cottonii*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. *Jurnal Teknologi Pangan*. Vol2 No. 1. 18 Hlm
- Sudariastuty, E.. 2011. Materi Penyuluhan Pengolahan Rumput Laut. Kepala Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Sudarmadji, S., Haryono dan Suhardi. 2003. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Angkasa. Bandung.

Suryaningrum, T.D. dan Utomo, B.S.B. 2002. *Petunjuk Analisis Rumput Laut dan Hasil Olahannya*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Perikanan dan Kelautan, Jakarta.

Uy, F.S., Easteal, A.J., dan Fard, M.M. 2005. Seaweed Processing Using Industrial Single-mode Cavity microwave heating : a preliminary investigation. *Carbohydrate Research*. 340 : 1357-1364.

Venugopal, V. 2011. *Marine Polysaccharides, Food Applications*. CRC Press. New York.

Webber, V., S. M. de Carvalho, P. J. Ogliari, L. Hayashi, P. L. M. Barreto. 2012. Optimization of the Extraction of Carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* Using Respos Surface Methodology. *Ciência Tecnologia de Alimentos Campinas*. 32(4): 812-818.

Wenno, M. R., Johanna L. T., dan Cynthia G. C. L. 2012. Karakteristik Kappa Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* Pada Berbagai Umur Panen. *JPB Perikanan*. 7(1): 61-68.

Wenno, M.R., Thenu, J.L. dan Lopulalan, C.G. 2009. Karakteristik kappa karaginan dari *Euचेuma cottonii* pada berbagai umur panen. *Jurnal JPB Perikanan*. Unpat. Ambon.

----- . 2012. Kajian Laju Pertumbuhan Harian, Produksi Berat Kering dan Kandungan Karaginan dari *Euचेuma cottonii* pada Berbagai Bagian Thalus, Berat Bibit dan Umur Panen. *Jurnal Ichtyos*. Universitas Pattimura. Ambon. Vol. 9 No. 1

Widyastuti, S. 2010. Sifat Fisik dan Kimiawi Karaginan yang Diekstrak dari Rumput Laut *Euचेuma cottonii* dan *E. spinosum* Pada Umur Panen yang Berbeda. *Agroteknos*. 20(1): 41-50.

Winarno, F.G. 1996. *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Winarno, F.G. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput laut*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.

Wiratmaja, I G., Kusuma, I. G. B. W., dan Winaya, I. N. S. 2011. Pembuatan Etanol Generasi Kedua dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut *Euचेuma cottonii* Sebagai Bahan Baku. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M*. 5(1): 75-84.

W W F Indonesia. 2014. *Budidaya Rumput Laut – Kotoni (Kappaphycus alvarezii), Sacol (Kappaphycus striatum) dan Spinosum (Euचेuma denticulatum)*. Versi 1.

Yasita, D., dan Rachmawati, I. D. 2009. Optimasi Proses Ekstraksi Pada Pembuatan Karaginan Dari Rumput Laut *Euचेuma cottonii* untuk Mencapai *Foodgrade*. *e-journal Universitas Diponegoro*. Semarang.



Yasita, D., dan Rachmawati, I. D. 2009. Optimasi Proses Ekstraksi Pada Pembuatan Karaginan Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* untuk Mencapai *Foodgrade*. *e-journal Universitas Diponegoro*. Semarang.

Zada, A. 2009. Pengaruh Diet Rumput Laut *Eucheuma sp.* Terhadap Jumlah Eritrosit Tikus Wistar dengan Diabetes Aloksan. Laporan Akhir Karya Tulis Ilmiah. Universitas Diponegoro. Semarang.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi pembuatan karaginan



Penimbangan *E. cottonii* 1000 g



Pencucian *E. cottonii*



Pencucian sampai netral



Ekstraksi I dengan KOH 8%



Ekstraksi II dengan akuades (1:20)



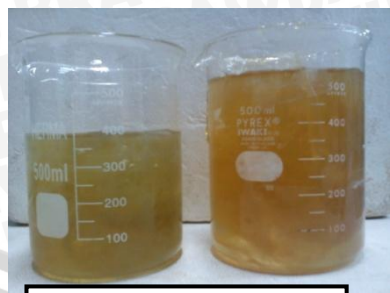
Penyaringan







Perendaman filtrate dengan larutan KCl 1%



Filtrat



Penyaringan dan pencucian



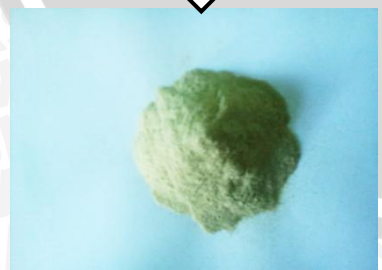
Pengeringan



Penyaringan ayakan 100 mesh



Penepungan



Tepung karaginan





Lampiran 2. Analisis ragam rendemen

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	36,77	35,49	36,07	108,33	36,11	0,641
P	32,07	34,37	32,07	98,71	32,90	1,274
C	34,32	34,05	35,11	103,48	34,49	0,551

$$FK = \frac{310,52^2}{9} = 10713,63$$

$$JKT = 36,77^2 + 35,49^2 + \dots + 35,11^2 - FK$$

$$= 10733,73 - 10713,63 = 20,099$$

$$JKP = \frac{98,71^2 + 108,33^2 + 103,48^2}{3} - FK$$

$$= 10729,05 - 10713,63 = 15,424$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 20,099 - 15,424 = 4,675$$

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	15,424	7,7122	9,8977*	5,14	10,92
Galat	6	4,675	0,7792			
Total	8	20,099				

\* → berbedanyata

Uji BNT

$$BNT\alpha = t_{\alpha(dbgalat)} \times \sqrt{\frac{2(KTG)}{ulangan}}$$

$$BNT\alpha = t_{0,05(6)} \times \sqrt{\frac{2(0,7792)}{3}}$$

$$= 2,447 \times \sqrt{0,5195}$$

$$= 2,447 \times 0,721$$

$$= 1,764$$



Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Patah	32,90	a
Campuran	34,49	ab
Utuh	36,11	b
BNT 5%	1,764	



Lampiran 3. Analisis ragam kadar air

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	11,15	11,64	10,79	33,58	11,193	0,427
P	10,43	9,16	10,04	29,63	9,877	0,651
C	10,19	10,26	9,69	30,14	10,047	0,311

$$FK = \frac{93,35^2}{9} = 968,2469$$

$$JKT = 11,15^2 + 11,64^2 + \dots + 9,69^2 - FK$$

$$= 972,7281 - 968,2469 = 4,4812$$

$$JKP = \frac{34,74^2 + 31,10^2 + 32,59^2}{3} - FK$$

$$= 971,3243 - 968,2469 = 3,0774$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 4,4812 - 3,0774 = 1,4038$$

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	3,08	1,54	6,69	5,14	10,92
Galat	6	1,40	0,23			
Total	8	4,48				

\* → berbeda nyata

Uji BNT

$$BNT\alpha = t_{\alpha(dbgalat)} \times \sqrt{\frac{2(KTG)}{ulangan}}$$

$$BNT\alpha = t_{0,05(6)} \times \sqrt{\frac{2(0,23)}{3}}$$

$$= 2,447 \times \sqrt{0,1533}$$

$$= 2,447 \times 0,391 = 0,95677$$





Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Patah	9,88	a
Campuran	10,05	a
Utuh	11,19	b
BNT 5%	0,95677	



Lampiran 4. Analisis ragam kadar abu

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	25,32	27,44	24,60	77,36	25,796	1,476
P	25,22	23,94	22,70	71,86	23,953	1,260
C	25,39	24,90	26,22	76,51	25,503	0,670

$$FK = \frac{225.73}{9} = 5661,559$$

$$JKT = 25,32^2 + 27,44^2 + \dots + 26,22^2 - FK$$

$$= 5675,829 - 5661,559 = 14,27$$

$$JKP = \frac{77,36^2 + 71,86^2 + 76,51^2}{3} - FK$$

$$= 5667,403 - 5661,559 = 5,844$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 14,270 - 5,844 = 8,426$$

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	5,844	2,922	2,081	5,14	10,92
Galat	6	8,426	1,404			
Total	8	14,27				



Lampiran 5. Analisis kadar abu tidak larut asam

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	0,51	0,42	0,38	1,31	0,437	0,0666
P	0,92	0,82	0,77	2,51	0,837	0,0763
C	0,62	0,43	0,43	0,31	0,453	0,1563

$$FK = \frac{5,18^2}{9} = 2,981$$

$$JKT = 0,51^2 + 0,42^2 + \dots + 0,43^2 - FK = 3,358 - 2,981 = 0,377$$

$$JKP = \frac{1,31^2 + 2,51^2 + 1,36^2}{3} - FK = 3,2886 - 2,981 = 0,307$$

$$JKG = JKT - JKP = 0,377 - 0,307 = 0,07$$

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,307	0,1536	13,2805*	5,14	10,92
Galat	6	0,07	0,1157			
Total	8	0,377				

\* → berbeda nyata

Uji BNT

$$BNT_{\alpha} = t_{\alpha(dbgalat)} \times \sqrt{\frac{2(KTG)}{ulangan}}$$

$$BNT_{\alpha} = t_{0,05(6)} \times \sqrt{\frac{2(0,1157)}{3}}$$

$$= 2,447 \times \sqrt{0,0771}$$

$$= 2,447 \times 0,2777$$

$$= 0,679$$





Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Utuh	0,44	a
Campuran	0,45	a
Patah	0,84	b
BNT 5%	0,679	



Lampiran 6. Analisis ragam kadar sulfat

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	21,93	19,56	19,54	61,03	20,343	20,374
P	23,24	23,32	23,21	69,77	23,357	23,257
C	20,51	21,74	19,68	61,93	20,643	20,661

$$FK = \frac{192,73^2}{9} = 4127,206$$

$$JKT = 18,24^2 + 18,32^2 + \dots + 14,68^2 - FK$$

$$= 4148,544 - 4127,206 = 21,338$$

$$JKP = \frac{54,77^2 + 46,03^2 + 46,93^2}{3} - FK$$

$$= 4142,613 - 4127,206 = 15,407$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 21,338 - 15,407 = 5,931$$

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	15,407	7,704	7,79	5,14	10,92
Galat	6	5,931	0,988			
Total	8	21,338				

\* → berbeda nyata

Uji BNT

$$BNT\alpha = t_{\alpha(dbgalat)} \times \sqrt{\frac{2(KTG)}{ulangan}}$$

$$BNT\alpha = t_{0,05(6)} \times \sqrt{\frac{2(0,988)}{3}}$$

$$= 2,447 \times \sqrt{0,659}$$

$$= 2,447 \times 0,812$$

$$= 1,986$$



Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Utuh	20,343	a
Campuran	20,643	a
Patah	23,257	b
BNT 5%		





Lampiran 7. Analisis ragam viskositas

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	40	47	40	127	42,33	42,462
P	64	60	47	171	57,33	57,460
C	52	44	62	158	52,67	50,146

$$FK = \frac{466}{9} = 24128,44$$

$$JKT = 60^2 + 67^2 + \dots + 62^2 - FK$$

$$= 24838 - 24128,44 = 709,556$$

$$JKP = \frac{207^2 + 141^2 + 148^2}{3} - FK$$

$$= 24168 - 24128,44 = 489,556$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 709,556 - 489,556 = 220$$

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	489,556	244,778	6,676*	5,14	10,92
Galat	6	220	36,667			
Total	8	709,556				

\* → berbeda nyata

Uji BNT

$$BNT_{\alpha} = t_{\alpha(db_{galat})} \times \sqrt{\frac{2(KTG)}{ulangan}}$$

$$BNT_{\alpha} = t_{0,05(6)} \times \sqrt{\frac{2(36,667)}{3}}$$

$$= 2,447 \times \sqrt{24,445}$$

$$= 2,447 \times 4,944$$

$$= 12,098$$



Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Utuh	42,33	a
Campuran	52,67	ab
Patah	57,33	b
BNT 5%	12,098	



Lampiran 8. Analisis ragam kekuatan gel (*gel strength*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	8,5	9,5	9,6	27,6	9,20	0,608
P	5,6	6,8	4,4	16,8	5,60	1,200
C	6,5	5,8	7	19,3	6,43	0,602

$$FK = \frac{63,7^2}{9} = 450,854$$

$$JKT = 8,5^2 + 9,5^2 + \dots + 7^2 - FK$$

$$= 476,51 - 450,854 = 25,656$$

$$JKP = \frac{27,6^2 + 16,8^2 + 19,3^2}{3} - FK$$

$$= 472,163 - 450,854 = 21,309$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 25,656 - 21,309 = 4,347$$

ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	21,309	10,654	14,70	5,14	10,92
Galat	6	4,347	0,724			
Total	8	25,656				

\* → berbeda nyata

Uji BNT

$$BNT\alpha = t_{\alpha(db_{galat})} \times \sqrt{\frac{2(KTG)}{ulangan}}$$

$$BNT\alpha = t_{0,05(6)} \times \sqrt{\frac{2(0,724)}{3}}$$

$$= 2,447 \times \sqrt{0,4827}$$

$$= 2,447 \times 0,695$$

$$= 1,701$$





Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Patah	5,60	a
Campuran	6,43	a
Utuh	9,20	b
BNT 5%	1,701	



Lampiran 9. Analisis ragam tingkat kecerahan (L\*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	61,4	62,9	61,6	185,9	61,97	0,814
P	61	59,8	59,7	180,5	60,17	0,723
C	61,8	61,2	61,2	182,2	60,73	1,361

$$FK = \frac{548,6^2}{9} = 33440,22$$

$$JKT = 61^2 + 59,8^2 + \dots + 59,2^2 - FK$$

$$= 33451,38 - 33440,22 = 11,162$$

$$JKP = \frac{180,5^2 + 185,9^2 + 182,2^2}{3} - FK$$

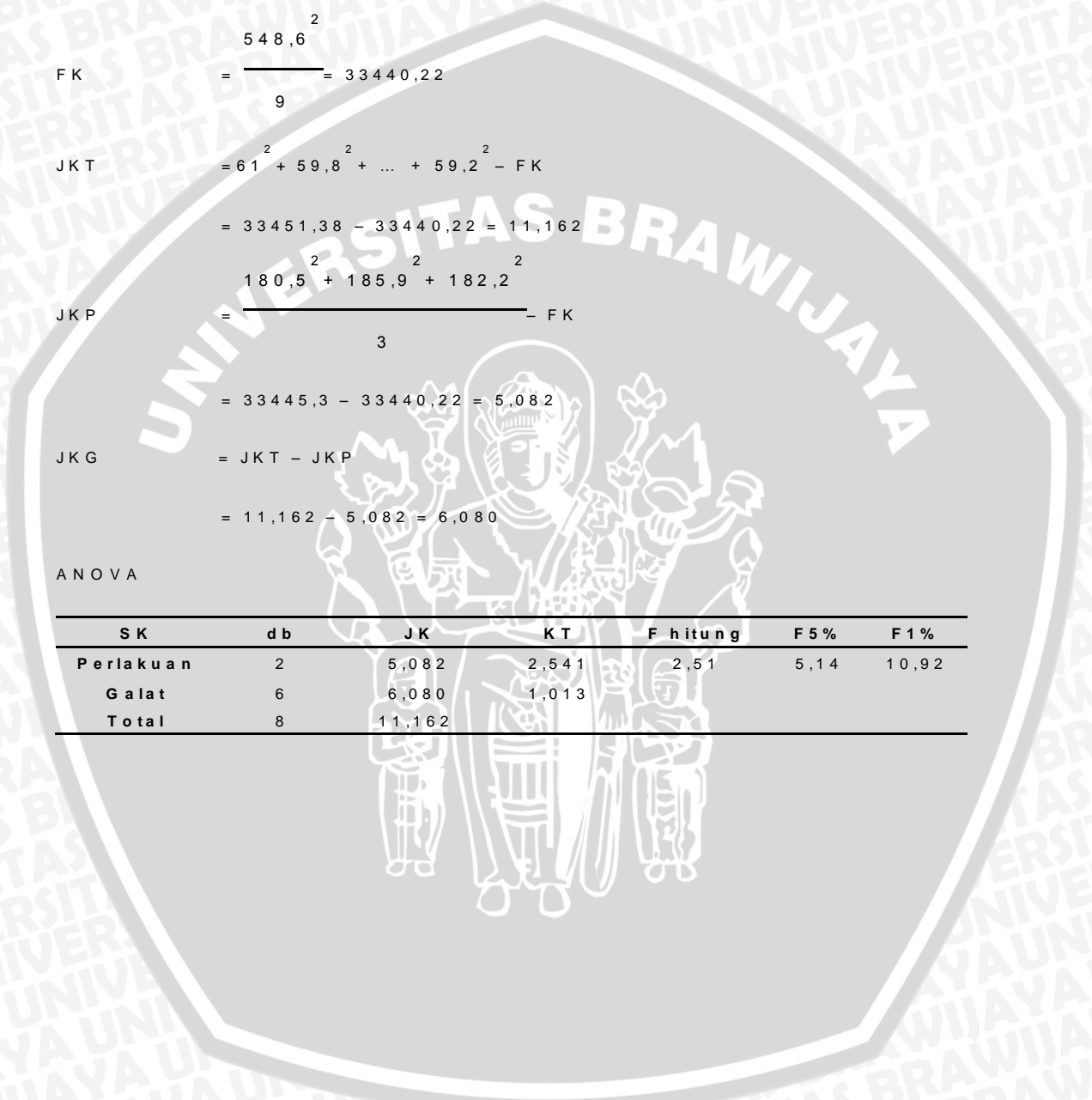
$$= 33445,3 - 33440,22 = 5,082$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 11,162 - 5,082 = 6,080$$

ANOVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	5,082	2,541	2,51	5,14	10,92
Galat	6	6,080	1,013			
Total	8	11,162				



Lampiran 10. Analisis ragam tingkat kemerahan/kehijauan (a\*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	16,1	15,9	15,4	47,4	15,80	0,361
P	15	14,5	16,1	45,6	15,20	0,818
C	16	15,9	15,4	47,3	15,77	0,321

$$FK = \frac{140,3^2}{9} = 2187,121$$

$$JKT = 16,1^2 + 15,9^2 + \dots + 15,4^2 - FK$$

$$= 2189,610 - 2187,121 = 2,489$$

$$JKP = \frac{47,4^2 + 45,6^2 + 47,3^2}{3} - FK$$

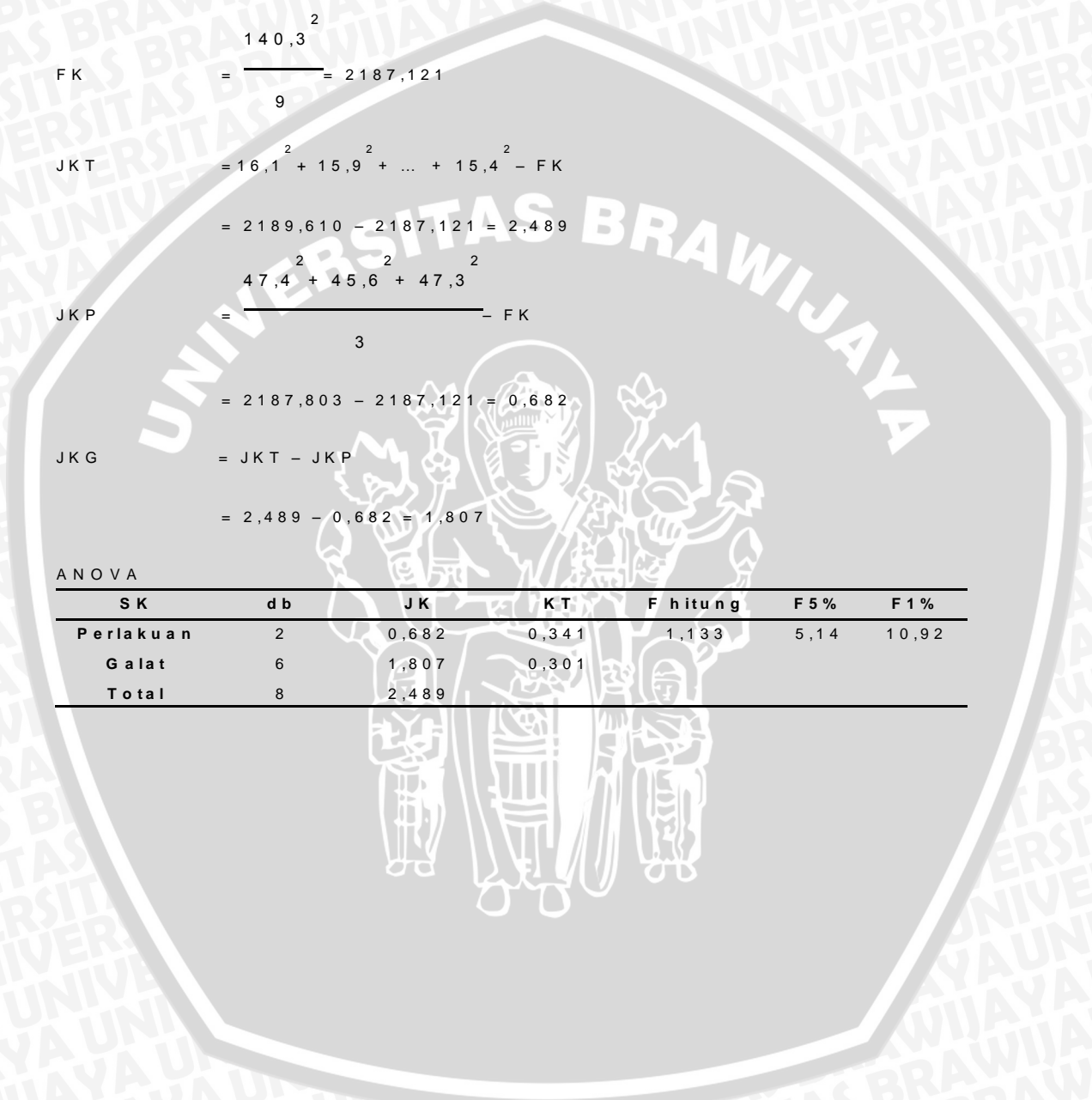
$$= 2187,803 - 2187,121 = 0,682$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 2,489 - 0,682 = 1,807$$

ANOVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,682	0,341	1,133	5,14	10,92
Galat	6	1,807	0,301			
Total	8	2,489				





Lampiran 11. Analisis ragam tingkat kekuningan/kebiruan (b\*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	16,5	15,5	16,8	48,8	16,267	0,681
P	15,3	15,5	16,8	47,6	15,867	0,814
C	17,8	16	15,7	49,5	16,500	1,136

$$FK = \frac{145,9^2}{9} = 2365,201$$

$$JKT = 16,5^2 + 15,5^2 + \dots + 15,7^2 - FK$$

$$= 2370,650 - 2365,201 = 5,449$$

$$JKP = \frac{48,8^2 + 47,6^2 + 49,5^2}{3} - FK$$

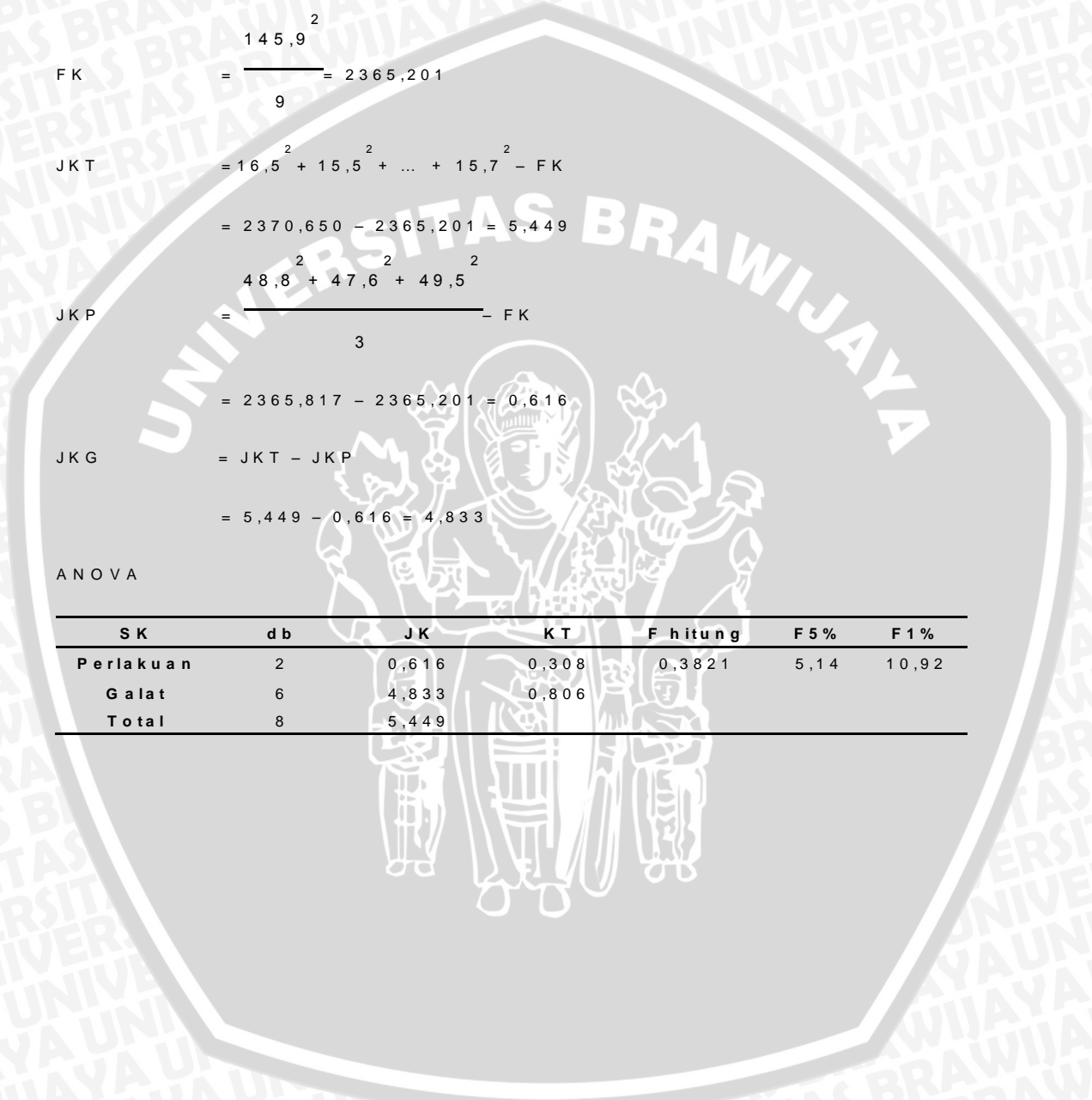
$$= 2365,817 - 2365,201 = 0,616$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 5,449 - 0,616 = 4,833$$

ANOVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	0,616	0,308	0,3821	5,14	10,92
Galat	6	4,833	0,806			
Total	8	5,449				



Lampiran 12. Analisis ragam derajat keputihan ( $W = L^* - 3b^*$ )

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	sd
	I	II	III			
U	11,5	13,3	14,1	38,9	12,967	1,332
P	11,2	16,4	11,2	38,8	12,933	3,002
C	8,4	13,2	12,1	33,7	12,233	2,515

$$FK = \frac{111,4^2}{9} = 1378,884$$

$$JKT = 11,5^2 + 13,3^2 + \dots + 12,1^2 - FK$$

$$= 1419 - 1378,884 = 40,116$$

$$JKP = \frac{38,9^2 + 38,8^2 + 33,7^2}{3} - FK$$

$$= 1384,780 - 1378,884 = 5,896$$

$$JKG = JKT - JKP$$

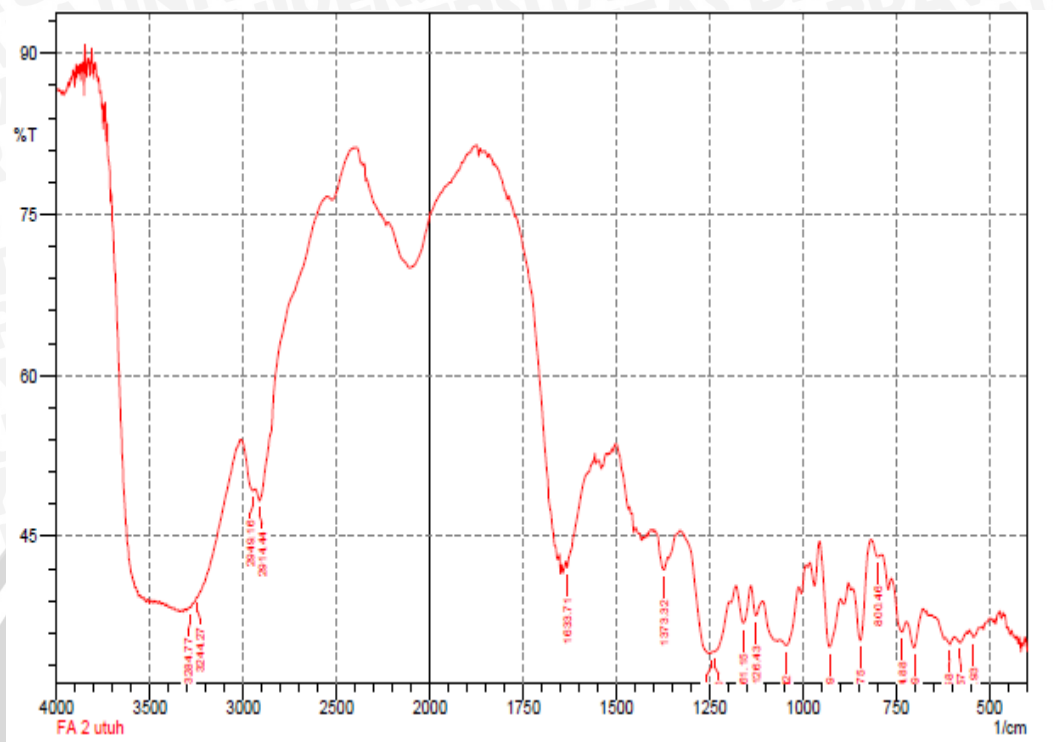
$$= 40,116 - 5,896 = 34,22$$

ANOVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	5,896	2,948	0,517	5,14	10,92
Galat	6	34,220	5,703			
Total	8	40,116				



Lampiran 13. Spektra FTIR karaginan perlakuan utuh



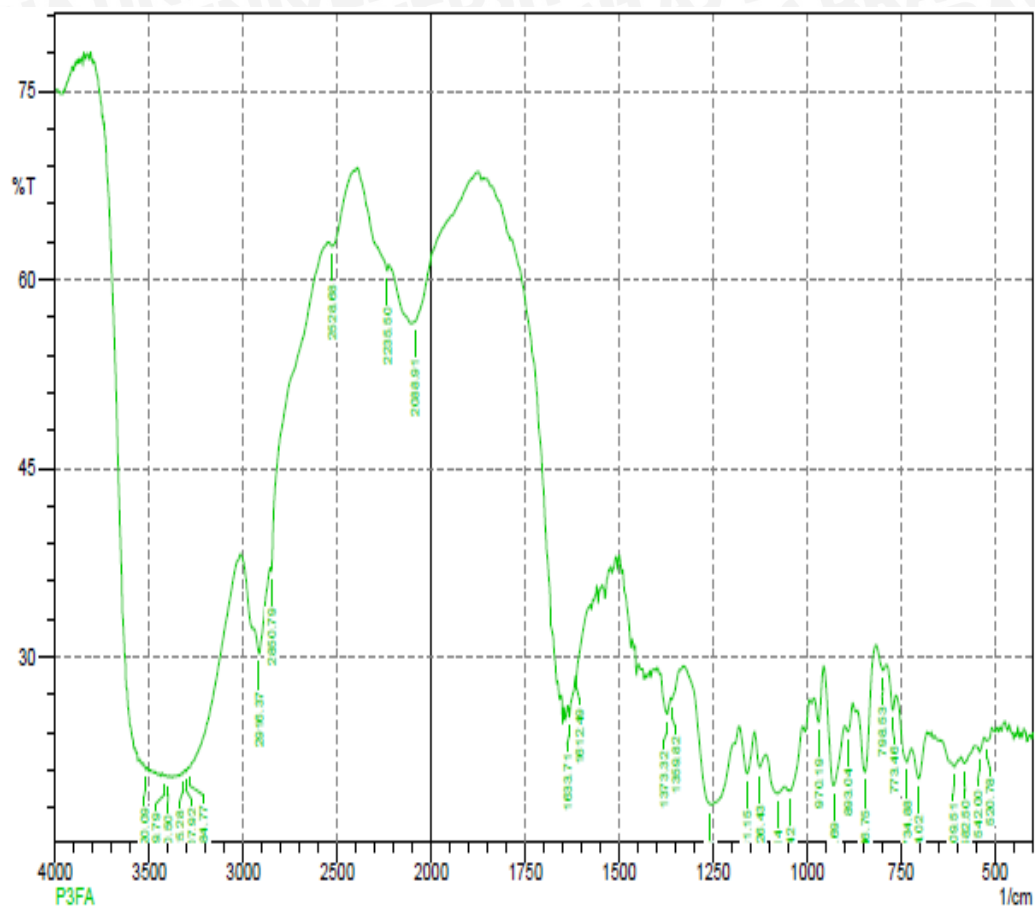


Lampiran 14. Data serapan FTIR karaginan perlakuan utuh

	Peak	Intensiy	Corr. Intensiy	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	543.93	35.82	0.751	553.57	530.42	10.278	0.118
2	580.57	35.092	0.736	594.08	563.21	13.892	0.149
3	607.58	34.941	0.648	619.15	598	10.472	0.088
4	702.09	34.641	2.995	723.31	680.87	18.736	0.737
5	734.88	36.085	1.935	763.81	725.23	16.335	0.518
6	800.46	43.113	0.668	817.82	790.81	9.737	0.091
7	846.75	35.333	6.693	866.04	819.75	18.828	1.599
8	929.69	34.721	7.229	956.69	900.76	23.597	2.336
9	1045.42	34.872	2.071	1060.85	1012.63	21.153	0.805
10	1126.43	37.621	2.16	1139.93	1109.07	12.774	0.373
11	1161.15	36.949	3.393	1178.51	1141.86	15.264	0.817
12	1238.3	34.259	0.239	1240.23	1197.79	18.792	0.295
13	1247.94	34.126	0.905	1328.95	1242.16	35.468	0.847
14	1373.32	41.896	1.861	1398.39	1363.67	12.806	0.314
15	1633.71	42.1	0.834	1635.64	1580.41	24.122	0.108
16	2914.44	48.311	2.456	2933.73	2551.82	73.049	0.786
17	2949.16	49.261	0.491	3012.81	2943.37	20.141	0.234
18	3244.27	39.343	0.121	3246.2	3012.81	78.405	0.599
19	3284.77	38.366	0.077	3286.7	3250.05	15.062	0.03



Lampiran 15. Spektra FTIR karaginan perlakuan patah

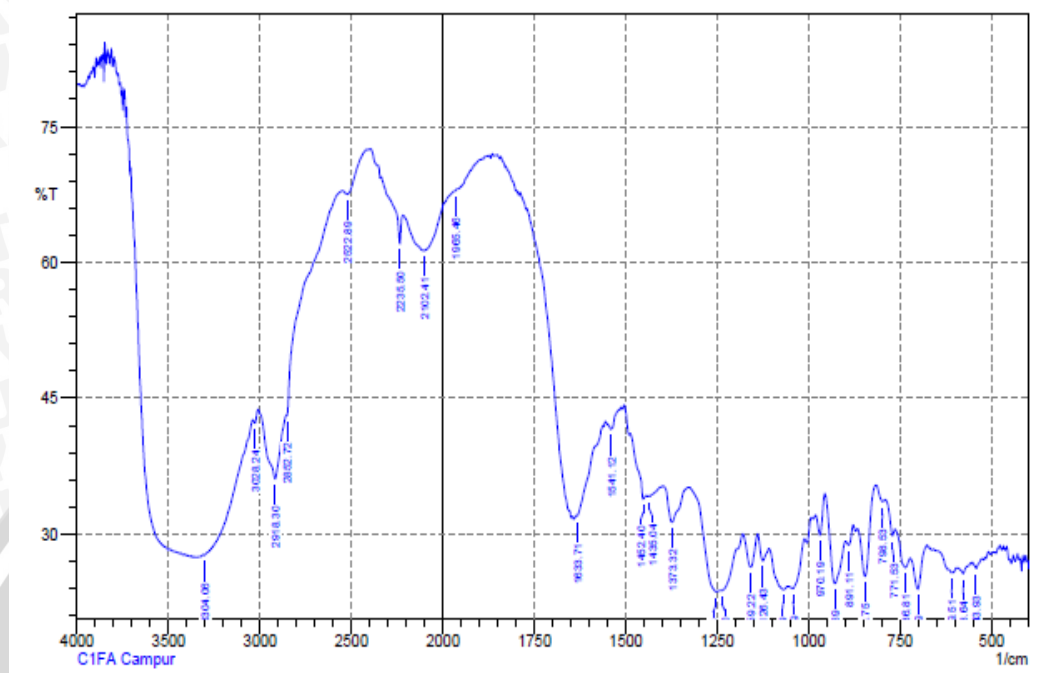


Lampiran 16. Data serapan FTIR karaginan perlakuan patah

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	520.78	23.37	0.531	528.5	509.21	12.091	0.141
2	542	22.417	0.82	553.57	530.42	14.833	0.174
3	582.5	21.552	0.617	590.22	555.5	22.757	0.232
4	609.51	21.271	0.536	619.15	592.15	17.978	0.151
5	704.02	20.359	2.899	721.38	682.8	25.511	1.142
6	734.88	21.625	2.301	763.81	723.31	25.595	0.968
7	773.46	25.791	1.941	788.89	765.74	13.069	0.287
8	798.53	28.933	0.907	815.89	790.81	13.279	0.192
9	846.75	20.841	6.973	866.04	817.82	29.044	2.634
10	893.04	24.078	0.94	898.83	879.54	11.681	0.223
11	929.69	19.801	7.175	954.76	900.76	34.816	3.78
12	970.19	24.798	3.093	981.77	958.69	14.472	0.633
13	1045.42	19.351	0.328	1047.35	1012.63	23.284	0.417
14	1080.14	19.143	1.543	1109.07	1080.85	33.874	1.044
15	1126.43	21.22	1.966	1139.93	1111	19.014	0.572
16	1161.15	20.745	3.459	1180.44	1141.86	25.175	1.398
17	1257.59	18.244	7.648	1328.95	1197.79	86.677	9.821
18	1359.82	26.597	0.507	1363.67	1340.53	12.928	0.108
19	1373.32	25.48	1.957	1388.75	1363.67	14.567	0.533
20	1612.49	28.301	0.307	1614.42	1577.77	18.121	0
21	1633.71	25.236	1.049	1635.64	1618.28	9.966	0.146
22	2088.91	56.63	0.116	2090.84	1876.74	43.547	0.212
23	2235.5	60.718	0.778	2391.73	2227.78	31.756	0.907
24	2528.68	62.637	0.895	2542.18	2412.95	23.786	0.385
25	2850.79	36.81	0.747	2856.58	2551.82	62.928	0.039
26	2916.37	30.254	3.691	2947.23	2858.51	42.83	1.994
27	3284.77	21.201	0.286	3288.63	3016.67	150.148	2.73
28	3307.92	20.894	0.091	3309.85	3290.56	13.052	0.025
29	3325.28	20.675	0.113	3329.14	3311.78	11.833	0.022
30	3400.5	20.424	0.143	3410.15	3394.72	10.821	0.023
31	3419.79	20.517	0.14	3431.36	3412.08	13.245	0.037
32	3520.09	21.046	0.253	3527.8	3512.37	10.413	0.044



Lampiran 17. Spektra FTIR karaginan perlakuan campuran



Lampiran 18. Data serapan FTIR karaginan perlakuan campuran

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	543.93	26.218	0.781	551.84	528.5	13.284	0.143
2	578.64	25.614	0.849	592.15	559.36	19.092	0.192
3	609.51	25.727	0.43	617.22	597.93	11.318	0.093
4	702.09	23.916	4.082	723.31	678.94	25.806	1.315
5	736.81	26.298	1.96	763.81	725.23	21.515	0.65
6	771.53	29.799	1.463	790.81	765.74	12.574	0.189
7	798.53	33.587	0.592	815.89	792.74	10.8	0.104
8	846.75	25.338	7.156	866.04	817.82	25.475	2.258
9	891.11	28.807	1.112	898.83	879.54	10.224	0.189
10	929.69	24.562	7.376	954.76	900.76	30.288	3.237
11	970.19	29.882	3.317	981.77	956.69	12.518	0.563
12	1043.49	23.989	1.661	1055.06	1012.83	25.086	0.847
13	1070.49	23.872	1.341	1107.14	1058.92	29.076	0.96
14	1126.43	27.039	2.285	1139.93	1109.07	17.081	0.563
15	1159.22	26.367	3.608	1180.44	1141.86	21.362	1.178
16	1238.3	23.757	0.245	1240.23	1197.79	25.168	0.405
17	1253.73	23.629	1.664	1328.95	1242.16	47.134	1.021
18	1373.32	31.297	3.967	1398.39	1330.88	32.173	1.591
19	1435.04	34.152	0.152	1436.97	1408.04	13.329	0.042
20	1452.4	33.871	1.317	1487.12	1446.81	17.555	0.222
21	1541.12	41.553	1.307	1554.63	1519.91	12.911	0.204
22	1633.71	31.988	0.35	1635.64	1584.27	30.852	0.09
23	1965.46	67.856	0.099	1967.39	1899.88	10.634	0.041
24	2102.41	61.292	0.115	2104.34	1971.25	25.781	0.49
25	2235.5	62.057	3.684	2339.65	2220.07	21.357	0.756
26	2522.89	67.529	0.315	2528.68	2418.81	17.276	0.11
27	2852.72	43.105	0.23	2854.65	2553.75	68.156	0.011
28	2918.3	36.094	7.313	3008.95	2856.58	61.217	6.063
29	3028.24	42.241	0.774	3037.89	3010.88	9.935	0.099
30	3304.06	27.636	0.408	3309.85	3039.81	129.354	4.271



