

**PENGARUH PENAMBAHAN PROBIOTIK *Lactobacillus acidophilus*  
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KUALITAS *EDIBLE FILM*  
BERBAHAN *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* DAN  
*Sargassum critaefolium***

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

**FARIDHA MIFTAHUL ZULAIKHA  
NIM. 125080301111038**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2016**

**PENGARUH PENAMBAHAN PROBIOTIK *Lactobacillus acidophilus*  
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KUALITAS *EDIBLE FILM*  
BERBAHAN *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* DAN  
*Sargassum critaefolium***

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh :**

**FARIDHA MIFTAHUL ZULAIKHA**

**NIM. 125080301111038**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2016**

SKRIPSI

PENGARUH PENAMBAHAN PROBIOTIK *Lactobacillus acidophilus*  
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KUALITAS EDIBLE FILM  
BERBAHAN *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* DAN  
*Sargassum critaefolium*

Oleh :

FARIDHA MIFTAHUL ZULAIKHA  
NIM. 125080301111038

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 07 Oktober 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,  
Dosen Penguji I



(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)  
NIP. 19680919 200501 1 001  
Tanggal: 19 OCT 2016

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I



(Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes)  
NIP. 19611022 198802 2 0001  
Tanggal: 19 OCT 2016

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing II



(Eko Waluyo, S.Pi., M.Sc)  
NIP. 19800424 2005001 1 001  
Tanggal: 19 OCT 2016



Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP



(Dr. Ir. Arning Widjeng Ekawati, MS)  
NIP. 19620805 198603 2 001  
Tanggal: 19 OCT 2016

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan 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 laporan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 07 Oktober 2016

Mahasiswa

Faridha Miftahul Zulaikha



## UCAPAN TERIMAKASIH

Penyelesaian penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran, ridho dan hidayah-Nya untuk pengerjaan penelitian dan laporan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, Bapak Ruslan, Ibu Siti Amidah, mbak lia, mbak eva serta adik bahar dan semua keluarga yang telah memberikan do'a, dukungan, dan motivasi dalam pengerjaan penelitian dan laporan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes selaku dosen pembimbing pertama dan Eko Waluyo S.Pi M.Sc selaku dosen pembimbing kedua, yang telah memberikan arahan serta bimbingan sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP sebagai dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini.
5. Tim bimbingan skripsi bu dwi dan tim *edible film* "BAPER" (Icha dan Irma) atas partisipasi, kerjasama, semangat, do'a dan dukungannya selama penelitian dan pengerjaan laporan.
6. Teman-teman THP 2012 yang telah memberikan do'a dan dukungan serta semangat dalam pengerjaan penelitian dan laporan skripsi.
7. Seluruh pihak yang membantu dalam pengerjaan skripsi.

## RINGKASAN

**Faridha Miftahul Zulaikha.** Pengaruh Penambahan Probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Kualitas *Edible Film* Berbahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium*. (Di bawah bimbingan **Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes** dan **Eko Waluyo S, Pi M.Sc**).

---

*Edible film* merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai pengemas atau pelapis makanan yang dapat dimakan bersama dengan produk yang dikemas. *Edible film* dapat bertindak sebagai penghalang terhadap perpindahan transfer massa, menghambat reaksi oksidasi, memperbaiki penampilan produk, memperpanjang umur simpan produk, dan sebagai antimikroba. Serta pembawa komponen fungsional lain seperti antioksidan, warna, rasa, nutrisi, probiotik, dan prebiotik.

Senyawa polisakarida yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film* adalah rumput laut jenis *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang jumlahnya meningkat diperairan Indonesia. *Eucheuma spinosum* merupakan rumput laut penghasil iota karaginan yang membentuk gel lebih elastis, kompak, dan padat dengan membentuk struktur *double helix* sehingga memperbaiki karakteristik mekanik *film*. *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut penghasil kappa karaginan yang membentuk gel kuat dan kaku. *Sargassum cristaefolium* merupakan rumput laut yang mengandung alginat, unsur ion dan serat pangan. Sejauh ini, pembuatan *edible film* berbahan rumput laut segar tanpa proses ekstraksi yang belum pernah dilakukan diharapkan dapat meningkatkan sifat fungsional dalam pangan. Selain itu bahan pembuatan *edible film* ditambahkan berupa senyawa aditif guna meningkatkan nilai dari *edible film*. Salah satunya adalah penambahan bakteri probiotik. Bakteri ini memiliki fungsi utama sebagai intoleran laktosa, meningkatkan resistensi terhadap invasi usus oleh bakteri patogen, zat antimikroba melalui bakteriosin atau persaingan in situ.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda terhadap kualitas *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Agustus 2016, di Laboratorium Ilmu Teknologi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Laboratorium Fisika, Fakultas MIPA, Laboratorium Kedokteran, Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya, Malang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dibagi dalam 2 tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 kali ulangan.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *edible film* dari *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* yang ditambahkan kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi 6% merupakan perlakuan terpilih berdasarkan analisis pengujian karakteristik dari sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi dengan nilai masing-masing parameter ialah: kadar air 16,40 %, ketebalan 50,97  $\mu\text{m}$ , transmisi uap air 18,47  $\text{g/m}^2\cdot\text{jam}$ , *tensile strength* 7,72  $\text{N/mm}^2$ , *elongasi* 4,99%, kelarutan 68,16 % dan total BAL 8,46 log cfu/g.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyajikan Laporan skripsi yang berjudul Pengaruh Penambahan Probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Kualitas *Edible Film* Berbahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium*. Pada tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan meliputi pendahuluan pada bab 1, tinjauan pustaka pada bab 2, metodologi pada bab 3, hasil dan pembahasan pada bab 4, kesimpulan dan saran pada bab 5, serta lampiran. Dalam pembuatan laporan ini, penulis mengambil referensi-referensi baik dari buku, internet maupun artikel serta jurnal untuk dijadikan tinjauan pustaka yang dapat mendukung penyusunan laporan ini.

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

Malang, 7 Oktober 2016

Faridha Miftahul Zulaikha

DAFTAR ISI

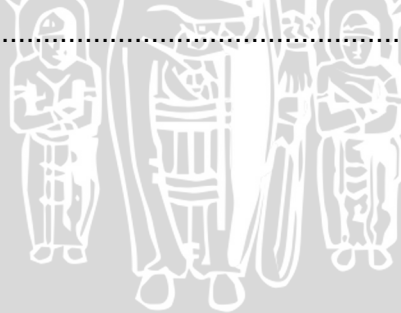
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	iv
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Hipotesis .....	3
1.5 Kegunaan .....	3
1.6 Waktu dan Tempat .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Rumput Laut .....	5
2.1.1 <i>Eucheuma cottonii</i> .....	7
2.1.2 <i>Eucheuma spinosum</i> .....	10
2.1.3 <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	12
2.2 <i>Edible Film</i> .....	15
2.3 Probiotik .....	16
2.3.1 <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	17
2.4 <i>Plasticizer</i> .....	19
2.4.1 Gliserol .....	19
2.5 Parameter Kualitas <i>Edible Film</i> .....	21
2.5.1 Kadar Air .....	21
2.5.2 Ketebalan .....	21
2.5.3 Transmisi Uap .....	22
2.5.4 <i>Tensile Strength</i> .....	22
2.5.5 <i>Elongasi</i> .....	22
2.5.6 Kelarutan .....	23
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Materi Penelitian .....	24
3.1.1 Bahan Penelitian .....	24
3.1.2 Alat Penelitian .....	24
3.2 Metode Penelitian .....	25
3.2.1 Metode .....	25
3.2.2 Variabel .....	26
3.3 Rangkaian Penelitian .....	26
3.3.1 Penelitian Pendahuluan .....	26
3.3.1.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....	26
3.3.1.2 Prosedur Kerja Penelitian Pendahuluan .....	28



3.3.2 Penelitian Utama .....	29
3.3.2.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....	29
3.3.2.2 Prosedur Penelitian Utama .....	30
3.4 Prosedur Analisa Parameter Uji .....	31
3.4.1 Uji <i>Tensile Strength</i> dan <i>Elongasi</i> .....	31
3.4.2 Pengukuran Ketebalan .....	32
3.4.3 Pengujian SEM .....	32
3.4.4 Transmisi Uap Air .....	32
3.4.5 Kadar Air .....	34
3.4.6 Kelarutan .....	34
3.4.7 FTIR .....	34
3.4.8 Total BAL .....	35
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Bahan Baku Rumput Laut .....	37
4.2 Penelitian Pendahuluan .....	37
4.2.1 Identifikasi Bahan Baku dengan FTIR .....	37
4.2.1.1 <i>Eucheuma cottonii</i> .....	37
4.2.1.2 <i>Eucheuma spinosum</i> .....	39
4.2.1.3 <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	40
4.2.1.4 <i>E. cottonii</i> , <i>E. spinosum</i> , dan <i>S. cristaefolium</i> .....	42
4.2.2 Hasil Analisa Pengujian Penelitian Pendahuluan .....	43
4.2.2.1 Kadar Air .....	44
4.2.2.2 Ketebalan .....	45
4.2.2.3 Transmisi Uap Air .....	47
4.2.2.4 <i>Tensile Strength</i> .....	49
4.2.2.5 <i>Elongasi</i> .....	50
4.3 Penelitian Utama .....	52
4.3.1 Hasil Analisa Pengujian <i>Edible Film</i> .....	52
4.3.1.1 Kadar Air .....	52
4.3.1.2 Ketebalan .....	54
4.3.1.3 Transmisi Uap Air .....	56
4.3.1.4 <i>Tensile Strength</i> .....	58
4.3.1.5 <i>Elongasi</i> .....	60
4.3.1.6 Kelarutan .....	61
4.3.1.7 Total BAL .....	63
4.4 Perlakuan Terpilih .....	65
4.5 Analisis SEM .....	66
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	70
<b>LAMPIRAN</b> .....	78

## DAFTAR TABEL

1. Komposisi Kimia Berbagai Rumput Laut.....	6
2. Kandungan Mineral Rumput Laut Merah dan Coklat.....	7
3. Komposisi Kimia Rumput Laut Kering <i>Eucheuma cottonii</i> .....	8
4. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Sifat Karaginan pada Ekstraksi <i>Eucheuma cottonii</i> .....	9
5. Karakteristik Fisik Kappa Karaginan Berdasarkan Umur Panen .....	10
6. Komposisi Kimia Rumput Laut Kering <i>Eucheuma spinosum</i> .....	11
7. Komposisi Kimia Rumput Laut Kering <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	13
8. Standar Mutu Alginat .....	14
9. Standar Mutu <i>Edible Film</i> .....	16
10. Sifat Fisik Gliserol .....	20
11. Rancangan Percobaan Penelitian Pendahuluan .....	28
12. Rancangan Percobaan Penelitian Utama .....	30
13. Gugus Fungsi <i>Eucheuma cottonii</i> dan Literatur.....	39
14. Gugus Fungsi <i>Eucheuma spinosum</i> dan Literatur.....	40
15. Gugus Fungsi <i>Sargassum cristaefolium</i> dan Literatur .....	42
16. Kesamaan Gugus Fungsi <i>E.cottoni</i> , <i>E.spiniosum</i> dan <i>S. cristaefolium</i> .....	42
17. Hasil Penelitian Pendahuluan .....	43
18. Hasil Penelitian Utama.....	52

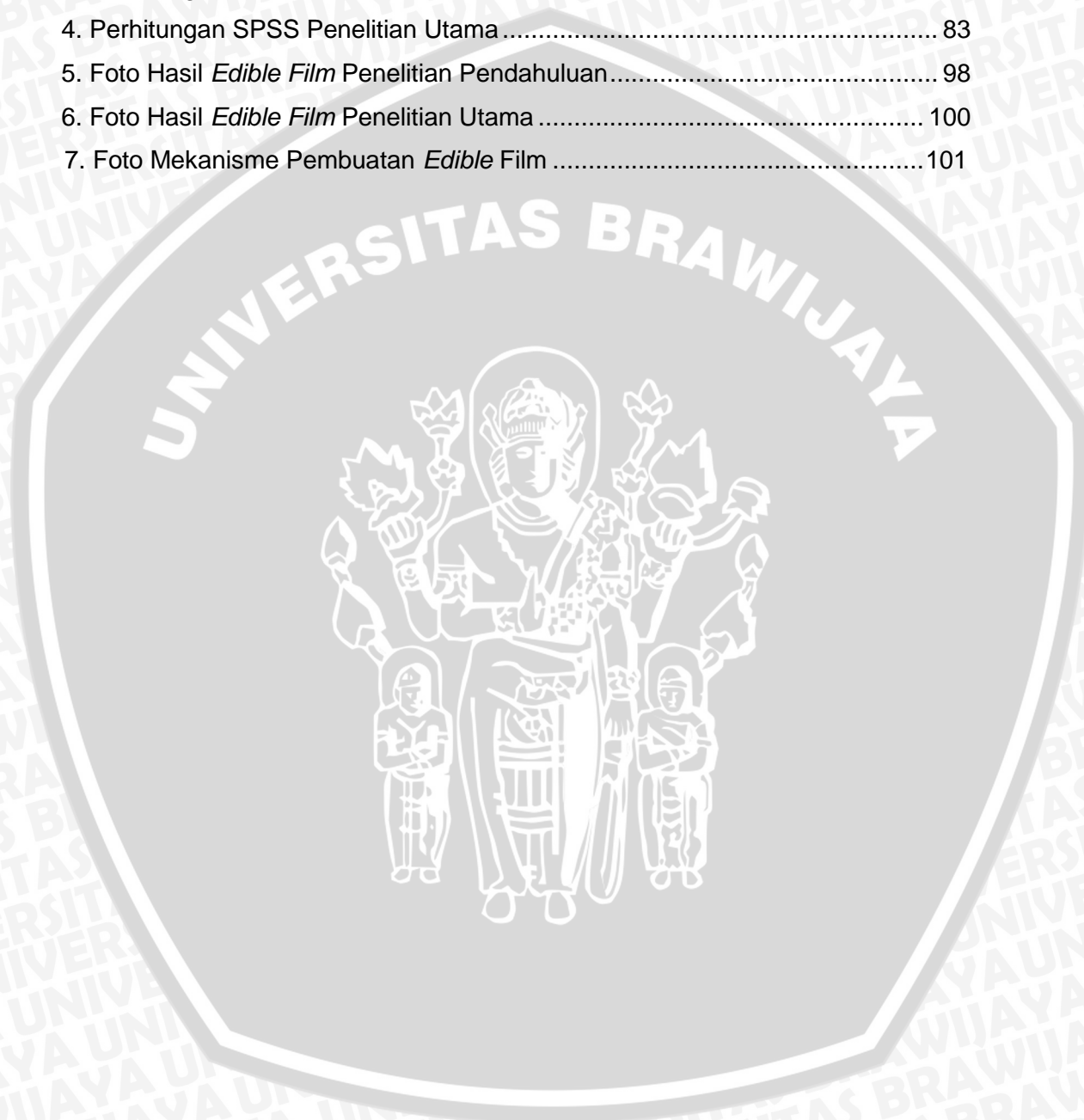


DAFTAR GAMBAR

1. <i>Eucheuma cottonii</i> .....	8
2. <i>Eucheuma spinosum</i> .....	11
3. <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	13
4. <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	19
5. Spektra FTIR <i>Eucheuma cottonii</i> .....	38
6. Spektra FTIR <i>Eucheuma spinosum</i> .....	39
7. Spektra FTIR <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	41
8. Grafik Kadar Air Penelitian Pendahuluan .....	44
9. Grafik Ketebalan Penelitian Pendahuluan.....	46
10. Grafik Transmisi Uap Air Penelitian Pendahuluan .....	48
11. Grafik <i>Tensile Strength</i> Penelitian Pendahuluan .....	49
12. Grafik <i>Elongasi</i> Penelitian Pendahuluan .....	51
13. Grafik Kadar Air Penelitian Utama .....	53
14. Grafik Ketebalan Penelitian Utama .....	55
15. Grafik Transmisi Uap Air Penelitian Utama .....	57
16. Grafik <i>Tensile Strength</i> Penelitian Utama .....	59
17. Grafik <i>Elongasi</i> Penelitian Utama .....	60
18. Grafik Kelarutan Penelitian Utama .....	62
19. Grafik <i>Total BAL</i> Penelitian Utama.....	64
21. Mikrostruktur <i>Edible Film</i> dengan SEM.....	66
22. Mikrostruktur SEM (Literatur).....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Skema Kerja Proses Pembuatan <i>Edible Film</i> Penelitian Pendahuluan .....	71
2. Skema Kerja Proses Pembuatan <i>Edible Film</i> Penelitian Utama .....	72
3. Perhitungan SPSS Penelitian Pendahuluan .....	73
4. Perhitungan SPSS Penelitian Utama .....	83
5. Foto Hasil <i>Edible Film</i> Penelitian Pendahuluan .....	98
6. Foto Hasil <i>Edible Film</i> Penelitian Utama .....	100
7. Foto Mekanisme Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	101



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Edible film* merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai pengemas atau pelapis makanan yang dapat dimakan bersama dengan produk yang dikemas (Yulianti dan Ginting 2012). *Edible film* dapat bertindak sebagai penghalang terhadap perpindahan transfer massa, menghambat reaksi oksidasi, memperbaiki penampilan produk, memperpanjang umur simpan produk, dan sebagai antimikroba (Rachmayanti dan Kusumo 2015), serta pembawa komponen fungsional lain seperti antioksidan, warna, rasa, nutrisi, probiotik, dan prebiotik (Pereira *et al.* 2016). Berdasarkan Salgado *et al.* (2015) pada dasarnya komponen penyusun *edible film* terdiri dari 3 bagian yaitu biopolimer (polisakarida, protein dan *lipid*), *solvent* dan komposit. Komponen biopolimer ini dapat digabungkan dengan membentuk sifat fungsional yang sesuai.

Senyawa polisakarida yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film* adalah rumput laut jenis *Euचेuma spinosum*, *Euचेuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang jumlahnya meningkat diperairan Indonesia. *Euचेuma spinosum* merupakan rumput laut penghasil iota karaginan yang membentuk gel lebih elastis, kompak, dan padat dengan membentuk struktur *double helix* sehingga memperbaiki karakteristik mekanik *film*. *Euचेuma cottonii* merupakan rumput laut penghasil kappa karagenan yang membentuk gel kuat dan kaku (Kafrani *et al.* 2015). *Sargassum cristaefolium* merupakan rumput laut yang mengandung alginat, unsur ion dan serat pangan (Handayani 2015). Sejauh ini, pembuatan *edible film* berbahan rumput laut segar tanpa proses ekstraksi yang belum pernah dilakukan diharapkan dapat meningkatkan sifat fungsional dalam pangan.

Selain itu *edible film* tidak hanya berfungsi dalam meningkatkan kualitas dan mempertahankan keamanan produk, namun juga dapat digunakan sebagai kemasan bioaktif yang mampu membawa senyawa fungsional tertentu. Salah satunya adalah penambahan bakteri probiotik. Probiotik memiliki fungsi utama sebagai intoleran laktosa, meningkatkan resistensi terhadap invasi usus oleh bakteri patogen, zat antimikroba melalui bakteriosin atau persaingan in situ (Messaoudi *et al.* 2013). Lacey *et al.* (2012) menyatakan dalam penelitiannya bahwa penggunaan senyawa antimikroba pada *edible film* dapat berasal dari bakteri probiotik seperti *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium* untuk menghambat aktivitas bakteri patogen dan memperbaiki pencernaan manusia. Probiotik merupakan organisme yang dibutuhkan asupannya dalam tubuh perhari sekitar  $10^6$ - $10^9$  cfu, dimana semua asupan ini biasanya di peroleh dari produk seperti susu (*yoghurt*), dan sosis fermentasi. Selain itu ditambahkan Soukoulis *et al.* (2016) imobilisasi bakteri probiotik dalam *edible film* atau *coating* merupakan teknik metode enkapsulasi baru untuk probiotik. Penggunaan bakteri probiotik sebagai produk yang langsung siap konsumsi masih jarang diterapkan padahal penggunaannya sangat di butuhkan.

Berdasarkan latar belakang ini maka dilakukan penelitian mengenai penambahan bakteri *Lactobacillus acidophilus* pada *edible film* yang terbuat dari sol rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium*. Penelitian mengenai penambahan bakteri probiotik dalam *edible film* masih sangat jarang dibahas, sehingga studi tentang penerapan ini merupakan inovasi yang menarik untuk dipelajari dan dikembangkan dalam pengaplikasiannya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan bakteri probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi yang berbeda pada kualitas *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda terhadap kualitas *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium*.

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub>: Penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda pada pembuatan *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium* tidak berpengaruh terhadap kualitas *edible film* yang dihasilkan.

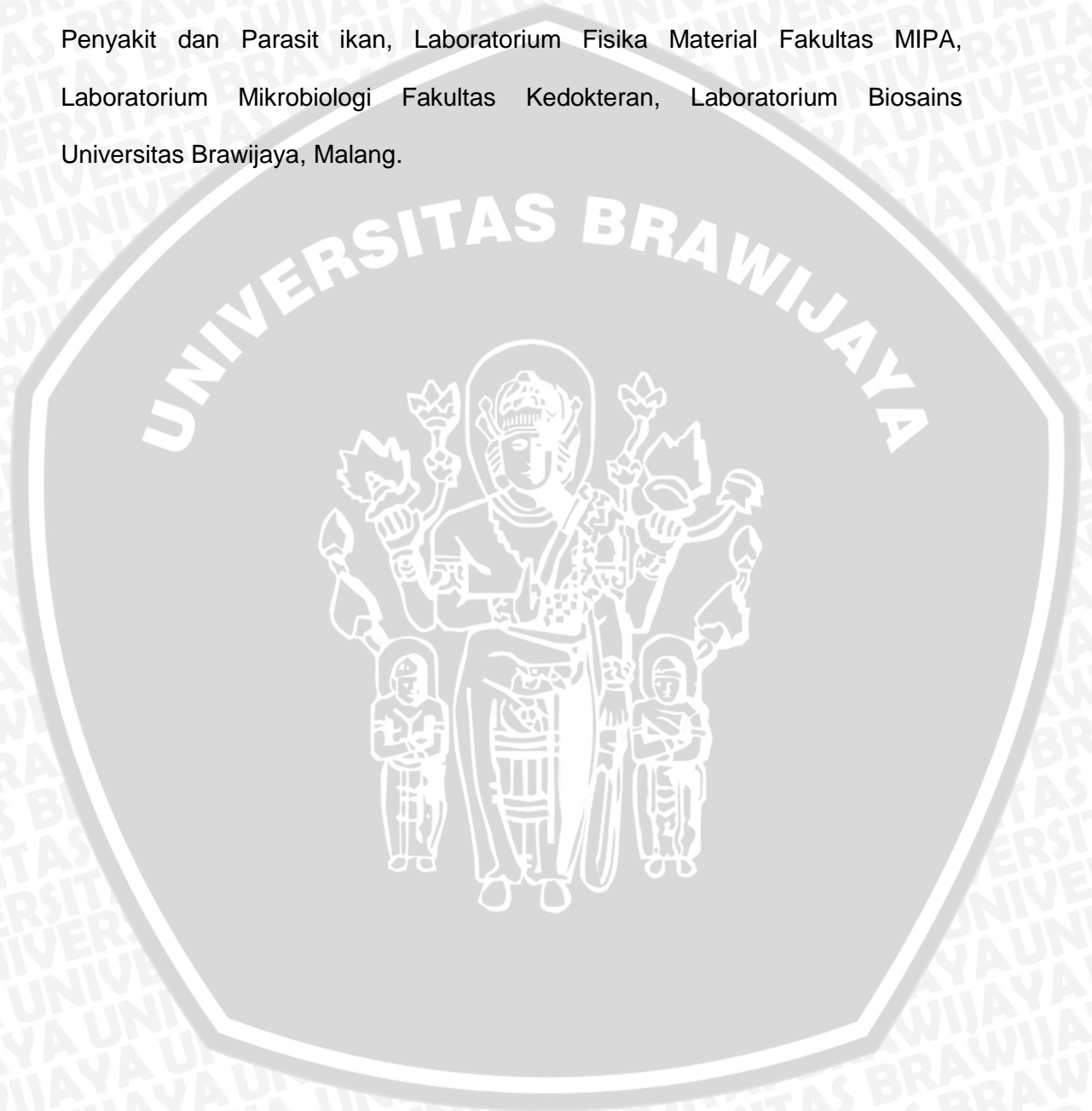
H<sub>1</sub>: Penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda pada pembuatan *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium* berpengaruh terhadap kualitas *edible film* yang dihasilkan.

## 1.5 Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda terhadap kualitas *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium*.

### 1.6 Waktu dan Tempat pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Agustus 2016 dilaboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan, Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Laboratorium Penyakit dan Parasit ikan, Laboratorium Fisika Material Fakultas MIPA, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran, Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya, Malang.





## 2. TINJUAN PUSTAKA

### 2.1 Rumput Laut

Rumput laut dalam dunia ilmu pengetahuan dikenal dengan nama alga. Rumput laut tergolong tanaman tingkat rendah, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati, tetapi hanya menyerupai batang yang disebut *thallus*, tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, batu dan benda keras lainnya. Secara taksonomi dikelompokkan ke dalam divisio *Thallophyta* (Putri 2012). Pada umumnya alga dikelompokkan menjadi empat kelas yaitu; alga hijau (*chlorophyceae*); alga hijau biru (*cyanophytae*); alga coklat (*phaeophyceae*) dan alga merah (*Rhodophyceae*).

Kandungan senyawa dalam rumput laut tergantung dari klasifikasinya. Pengklasifikasian rumput laut berdasarkan pigmentasinya. Pigmen utama yang menentukan warna pada rumput laut adalah klorofil, karoten, *phycoerithyn* dan *phycocyanin*, disamping pigmen-pigmen lainnya, dari hasil fotosintesa *chlorophyta* menghasilkan karbohidrat dan lemak, *phaeophyta* menghasilkan manitol (gula alkohol), laminaran, selulosa, algin dan fukoin, sedangkan *rhodophyta* menghasilkan "floridin starch" monoglyserate dan *floridoside*. Meskipun termasuk tergolong dalam tanaman berderajat rendah, rumput laut tetap melakukan proses metabolisme primer dan sekunder (Loupatty 2010).

Rumput laut merupakan salah satu sumberdaya laut yang sangat potensial dan merupakan komoditi ekspor, dari berbagai jenis alga yang ada di Indonesia, terdapat lima jenis alga yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan tersebar diberbagai perairan Indonesia seperti *Euclima*, *Sargassum*, *Hypea*, *Gracilaria* dan *Gelidium*. Dari kelima jenis alga tersebut banyak dibutuhkan untuk keperluan industri baik pangan maupun non pangan (Bahar *et al.* 2012). Rumput laut di Indonesia yang paling banyak manfaatnya untuk pangan salah satunya ialah

*Eucheuma sp* yang dapat menghasilkan karaginan (Yani 2006). Analisa hasil komposisi kimia dari beberapa jenis rumput laut dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi Kimia dari Beberapa Jenis Rumput Laut

No	Jenis Rumput Laut	Parameter				
		Air %	Protein %	Abu %	Lemak %	Karbohidrat %
1	<i>Eucheuma cottonii</i>	33,19	4,79	33,26	0,62	28,14
2	<i>Sargassum sp</i>	30,6	6,6	20,45	0,3	42,05
3	<i>Turbinaria sp</i>	28,55	6,68	29,51	0,13	35,13
4	<i>Ulva sp</i>	25,7	18,24	15,86	0,27	39,93
5	<i>Caulerva sp</i>	27,66	14,52	18,29	0,25	39,28

Sumber: Loupatty 2010

Rumput laut merupakan salah satu sumber hayati yang apabila diproses menghasilkan senyawa hidrokoloid yang merupakan produk dasar (hasil metabolisme primer). Senyawa hidrokoloid pada umumnya dibangun oleh senyawa polisakarida rantai panjang dan bersifat hidrofilik (suka air). Senyawa hidrokoloid sangat diperlukan keberadaannya dalam suatu produk karena berfungsi sebagai pembentuk gel, penstabil, pengemulsi, pensuspensi, dan pendispersi. Hampir semua fungsinya terkait dalam proses produksi diberbagai industri seperti industri pangan, farmasi, kosmetik, cat, tekstik, *film*, makan ternak, keramik, kertas dan fotografi (Widiastuti 2011; Wisnu dan Rachmawati 2010). Selain itu rumput laut juga kaya akan unsur-unsur mineral yang lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuhan. Adapun kandungan mineral rumput laut merah dan coklat dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Kandungan Mineral Rumput Laut Merah dan Coklat

Unsur	Kisaran kandungan dalam % berat kering	
	Ganggang Coklat	Ganggang Kering
Chlor	9,8-15,0	1,5-3,5
Kalium	6,4-7,8	1,0-2,2
Natrium	2,6-3,8	1,0-7,9
Magnesium	1,0-1,9	0,3-1,0
Belerang	0,7-2,1	0,5-1,8
Silikon	0,5-0,6	0,2-0,3
Fosfor	0,3-0,6	0,2-0,3
Kalsium	0,2-0,3	0,4-1,5
Besi	0,1-0,2	0,1-0,15
Jod	0,1-0,8	0,1-0,15
Brom	0,03-0,14	dias 0,005

Sumber: Loupatty 2010

### 2.1.1 *Eucheuma cottonii*

Rumput laut *Eucheuma cottonii* termasuk dalam jenis alga merah (*Rhodophyceae*), memiliki ciri-ciri antara lain termasuk dalam tanaman tingkat rendah, tidak memiliki akar, batang dan daun sejati, dan warna bervariasi pada hijau, kuning hijau, abu-abu, dan merah (Amiluddin 2007; Handayani 2015). Rumput laut ini merupakan makroalga yang memiliki senyawa organik tinggi, terutama karbohidrat dalam bentuk monomer dan polimer (Puspawati *et al.* 2015). Kandungan dalam rumput laut jenis alga merah ini terdiri dari polisakarida, karaginan, agar, selulosa, lignin, monosakarida, glukosa, galaktosa dan agarosa (Jung *et al.* 2012). Secara kimia rumput laut *E. cottonii* terdiri dari 75,32 % kelembaban; 4,13 % kadar abu; 1,76 % kadar protein; 0,35% kadar lemak, 2,60% serat kasar; 15,85% karbohidrat (Puspawati *et al.* 2015).

Adapun klasifikasi rumput laut kelas *Rhodophyta* ini menurut Khasanah (2013) adalah sebagai berikut:

Devisi : Rhodophyta  
 Kelas : Rhodophyceae  
 Bangsa : Gigartinase  
 Suku : Solierisceae  
 Marga : *Eucheuma*  
 Genus : *Eucheuma cottonii*



**Gambar 1. *Eucheuma cottonii***

*Eucheuma cottonii* Wulanningrum dan Rachmad (2012) merupakan spesies rumput laut alga merah yang banyak dibudidayakan diperairan Indonesia. Hal tersebut dikarenakan manfaat pikokoloidnya yang besar yaitu karaginan dan agar serta teknik budidayanya yang relatif mudah dan murah. *Eucheuma cottonii* menurut Namvar *et al.* (2012) merupakan rumput laut merah (*Rhodophyta*) yang kaya akan pigmen fotosintesis dan pigmen aksesoris lainnya yaitu seperti klorofil,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, fikobilin, neozantin dan zeaxanthin, serta mengandung serat pangan tinggi, mineral, vitamin, asam lemak tak jenuh yang memungkinkan dapat berkhasiat sebagai obat-obatan. Adapun komposisi kima dari *eucheuma cottoni* dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Komposisi Kimia Rumput Laut Kering *Eucheuma cottonii***

Komponen	Persentase
Protein (%)	0,7
Lemak (%)	0,2
Abu (%)	3,4
Serat pangan tidak larut (g/100g)	58,6
Serat pangan larut (g/100g)	10,7
Mineral Zn (mg/g)	0,01
Mineral Mg (mg/g)	2,88
Mineral Ca (mg/g)	2,8
Mineral K (mg/g)	87,10
Mineral Na (mg/g)	11,93

Sumber : Ulfah 2009

*Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut yang mengandung senyawa karaginan. Senyawa karaginan menurut Distantina *et al.* (2012), merupakan polisakarida linier berupa galaktan tersulfatasi yang diekstrak dari salah satu genus rumput laut. Selain itu menurut Prasetyowati dan Agustiawan (2008) merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri dari ester kalium, natrium, magnesium, kalium sulfat dengan 3,6 anhidrogalaktosa kopolimer. Karaginan ini biasanya terdapat pada dinding sel rumput laut atau matrik intraseluler.

Pada dasarnya karaginan dapat diperoleh dari beberapa tahapan proses yaitu perendaman, ekstraksi, pemisahan karaginan dengan pelarutnya dan kemudian pengeringan (Winarno 1995). Ekstraksi karaginan dapat dilakukan dengan menggunakan *aquades* maupun senyawa alkali, akan tetapi untuk menghasilkan tepung karaginan yang memiliki kekuatan gel yang tinggi maka ekstraksi yang digunakan sebaiknya menggunakan perlakuan alkali panas. Ekstraksi ini berfungsi untuk mengkatalisis pelepasan gugus 6 sulfat dari unit monomernya sehingga terbentuk 3,6 anhidrogalaktosa yang memiliki kekuatan gel yang lebih tinggi. Adapun pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen dan sifat karaginan pada ekstraksi rumput laut *Eucheuma cottonii* segar dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Rendemen dan Sifat Karaginan Pada Ekstraksi Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Segar.

Jenis Pelarut	Rendemen %		gel strength g/cm <sup>2</sup>	Temperatur, C	
	Batch I	Batch II		Melting	Gelling
<i>Aquades</i>	30	14	62,33	34-42	17-21
0,05 N NaOH	16	12	62,71	38-39	19-39
0,2 N NaOH	22		83,74	37-39	18-39
0,13 N KOH	30	20	212,64	50-64	44-51
0,36 KOH	20	34	214,66	54-67	48-53

Sumber: Distantina *et al.* 2009

Karaginan terbagi menjadi tiga kelompok utama yaitu terdiri dari kappa karaginan, iota karaginan dan lambda karaginan. Kappa karaginan tersusun dari  $\alpha$  (1- $\rightarrow$ 3) D galaktosa 4 sulfat dan  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4) 3,6 anhydro D galaktosa. Iota karaginan tersusun dari gugus 4 sulfat ester pada setiap residu D glukosa dan gugus 2 sulfat pada setiap gugus 3,6 anhydro D galaktosa. Lambda karaginan berbeda dari kappa dan iota karaginan, karena memiliki sebuah residu disulfat  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4) D galaktosa (Loupatty, 2010). Adapun karakteristik fisik kappa karaginan berdasarkan umur panen dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Karakteristik Fisik Kappa Karaginan Berdasarkan Umur Panen

Parameter	umur panen (Hari)			
	40	45	50	55
kekuatan gel (g/cm <sup>2</sup> )	196,60	236,6	330	266,66
visikositas (cP)	44	35,6	30,73	30,13
<i>gelling point</i> (°C)	30,53	32,13	33,2	32,43
<i>Melting point</i> (°C)	43,3	43,26	41,3	42,73
<i>whiteness degree</i> (%)	41,6	39,1	38,36	35,54

Sumber: Wenno *et al.* 2012

### 2.1.2 *Eucheuma spinosum*

Rumput laut *Eucheuma spinosum* atau disebut juga *Eucheuma dentiliculatum* ini memiliki ciri-ciri morfologi yaitu talus silindris, permukaan licin, cartilaginaeus, warna coklat tua, hijau-cokelat, hijau kuning atau merah-ungu. Ciri khusus secara morfologi jenis ini memiliki duri-duri yang tumbuh berderet-deret melingkari talus dengan interval yang bervariasi sehingga terbentuk ruas-ruas thalus diantara lingkaran duri. Percabangan berlawanan atau berselang-seling dan timbul teratur pada deretan duri antar ruas dan merupakan kepanjangan dari duri tersebut. Cabang dan duri ada juga yang tumbuh pada ruas thalus tetapi relatif agak pendek. Ujung percabangan meruncing dan setiap percabangan mudah melekat pada substrat (Murdinah 2011).

Habitat *Euचेuma spinosum* tubuhnya melekat pada rata-rata terumbu karang, batuan, benda keras dan cangkang kerang. *Euचेuma spinosum* memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis sehingga hanya hidup pada lapisan fotik.

Adapun taksonomi pada *Euचेuma spinosum* menurut Anggadiredja *et al.* (2010) adalah sebagai berikut :

Divisio : *Rhodophyta*  
 Kelas : *Rhodophyceae*  
 Bangsa : *Gigartinales*  
 Suku : *Solieriaceae*  
 Marga : *Euचेuma*  
 Spesies : *Euचेuma spinosum*



**Gambar 2.** *Euचेuma spinosum*

*Euचेuma spinosum* merupakan alga yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tepung agar-agar, alginat dan karaginan. Bahan baku tersebut biasanya dimanfaatkan dalam industri tekstil, kosmetik, dan makanan. Fungsi utamanya adalah sebagai bahan pemantap, bahan pengemulsi, bahan pengental, bahan pengisi, dan bahan pembuatan gel (Farnani *et al.* 2011). Adapun komposisi kimia rumput laut kering *Euचेuma spinosum* dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Komposisi Kimia Rumput Laut Kering *Euचेuma Spinosum*

Komponen	Jumlah
Air (%)	12,90
Protein kasar (%)	5,12
Lemak (%)	0,13
Karbohidrat (%)	13,38
Serat kasar (%)	1,39
Abu (%)	14,21
Kalsium (ppm)	52,85
Besi (ppm)	0,108
Tembaga (ppm)	0,768
Vitamin B <sub>1</sub> (mg/100 g)	0,21
Vitamin B <sub>2</sub> (mg/100 g)	2,26
Vitamin C (mg/100 g)	43,00
Karaginan (%)	65,75

Sumber: Ulfah 2009

*Eucheuma spinosum* merupakan alga merah yang dapat menghasilkan iota karaginan. Iota karaginan merupakan polimer yang dapat membentuk gel, presentase kandungan ester sulfatnya 28-35 %. Karaginan iota terdiri atas  $\alpha$  1,3 D galaktosa 4 sulfat dan  $\beta$  3,6 anhidro galaktosa 2 sulfat. Iota karaginan bereaksi kuat dengan adanya ion kalsium membentuk gel yang elastis, lembut, dan tidak mengalami sineresis. Iota karaginan juga dapat membentuk gel dengan adanya ion kalium atau ammonium, akan tetapi gel yang terbentuk tidak sekuat apabila dengan ion kalsium (Melisa 2012).

Sifat-sifat iota karaginan adalah *thiksotropik*, larut dalam air panas, tidak larut dalam pelarut organik. Iota dalam bentuk natrium bersifat larut dalam air dingin dan panas, dengan adanya ion kalsium gel yang terbentuk tahan lama, bersifat elastis, dan membentuk *helix* dengan ion kalsium. Iota karaginan akan membentuk gel apabila didinginkan pada suhu 40°C (Dirhami 2016). Kemampuan pembentukan gel pada iota karaginan terjadi saat larutan panas yang dibiarkan menjadi dingin, karena mengandung gugus 3,6 anhidro D galaktosa. Proses ini bersifat *reversible*, artinya gel akan mencair bila dipanaskan dan apabila didinginkan akan membentuk gel kembali. Adanya perbedaan jumlah, tipe dan posisi sulfat serta adanya ion-ion akan mempengaruhi proses pembentukan gel. Gel akan stabil pada suhu ruangan namun dapat meleleh kembali dengan pemanasan di atas suhu pembentukan gel, dengan pendinginan gel akan kembali membentuk gel (Ulfah 2009). Iota karaginan akan larut pada suhu >70°C, baik dalam air maupun susu (Loupatty 2010).

### 2.1.3 *Sargassum cristaefolium*

*Sargassum cristaefolium* merupakan kelompok dari rumput laut coklat (*Phacophyceae*) yang tersebar luas di Indonesia, tumbuh diperairan yang terlindung maupun yang berombak besar pada habitat batu, pada daerah



intertidal maupun subtidal. *Sargassum cristaefolium* dicirikan ke dalam tiga sifat yaitu pigmen coklat yang menutupi warna hijau, hasil fotosintesis disimpan dalam bentuk laminaran dan algin serta adanya flagel (Asfar 2015).

*Sargassum* merupakan bagian dari alga coklat dengan genus terbesar dari famili *Sargassaceae*. Adapun klasifikasi *Sargassum cristaefolium* menurut Mahmuddin (2015) adalah sebagai berikut :

Divisi : Thallophyta  
 Kelas : Phaeophyceae  
 Ordo : Fucale  
 Famili : Sargassaceae  
 Genus : Sargassum  
 Spesies: *Sargassum cristaefolium*



**Gambar 3.** *Sargassum cristaefolium*

*Sargassum cristaefolium* merupakan salah satu tumbuhan jenis mikroalga yang mengandung antioksidan. Senyawa antioksidan potensial dari alga coklat yang telah diidentifikasi antara lain adalah fukosantin, karotenoid, fenolik, flavonoid, dan tanin yang bermanfaat sebagai antioksidan, antimutagenik, anti koagulan, anti tumor, dan metabolisme *lipid* ( Husni *et al.* 2015). Selain senyawa fenolik, polisakarida juga melimpah ada dinding sel ganggang coklat, seperti alginat yang bertindak sebagai pertahanan, fleksibilitas pada dinding dan juga membantu menjaga keseimbangan ion dan mencegah pengeringan. Dalam industri pangan, senyawa polisakarida tersebut dapat digunakan sebagai pengental dan agen pembentuk gel (Indriyawati 2015). Adapun Komposisi kimia rumput laut kering *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7.** Komposisi Kimia Rumput Laut Kering *Sargassum cristaefolium*

Komponen	Persentase
Air	11,71
Protein	5,53
Lemak	0,74
Karbohidrat	19,06
Serat kasar	28,39
Abu	34,57

Sumber : Putri 2011

*Sargassum criestafolium* merupakan kelompok polisakarida yang menghasilkan alginat dalam dinding selnya. Kadar alginatnya mencapai 40% dari total berat kering dan memegang peranan penting dalam mempertahankan struktur jaringan alga (Dela 2016). Alginat merupakan kandungan utama dari dinding sel alganofit yang tersusun dari asam guluronat dan asam manuronat, dengan ikatan 1,4  $\beta$  D asam manuronat dan  $\alpha$  L guluronat. Kandungan alginat dari rumput laut coklat bervariasi tergantung dari jenis, kondisi lingkungan, musim saat panen, metode ekstraksi, dan bagian tanaman dari rumput laut coklat yang diekstraksi (Mushollaeni dan Rusdiana 2010).

Pemanfaatan alginat didasarkan pada tiga sifat utamanya yaitu pertama kemampuan dalam menaikkan viskositas larutan apabila alginat dilarutkan dalam air. Kedua adalah kemampuan alginat untuk membentuk gel, gel akan terbentuk jika pada larutan natrium alginat ditambahkan garam kalsium. Gel terbentuk karena adanya reaksi kimia, pada proses tersebut kalsium akan menggantikan posisi natrium dari alginat dan mengikat molekul alginat yang panjang. Proses ini tidak memerlukan panas dan gel yang terbentuk tidak akan meleleh jika dipanaskan (Subaryono 2010). Adapun standar mutu dari alginat dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Standar Mutu Alginat

No	Karakteristik	Alginat
1	Kemurnian (%)	90,8-106
2	Kada air (%)	Mei-20
3	Kadar abu (%)	18-27
4	Warnabubuk	gading
5	Kadar Pb (ppm)	<10
6	Logam berat (%)	0,004
7	Kadar As (ppm)	<3
8	Susut kering (%)	<15

Sumber: Dela 2016

## 2.2 Edible Film

*Edible film* merupakan kemasan primer berbentuk lapisan tipis yang secara langsung dapat melapisi produk makanan tanpa mengubah bahan awal maupun metode pengolahan. *Edible film* telah banyak digunakan untuk menghambat perpindahan gas, uap air, bahan terlarut, penghambat transfer massa (kelembaban, oksigen, lemak, dan zat terlarut), pengawet produk, mencegah terjadinya oksidasi, mengurangi penguapan air, mencegah pertumbuhan mikroba, memperpanjang umur simpan produk dan memperbaiki penampilan produk (Galus dan Justyna 2015; Ghasemlou *et al.* 2011; Harmely *et al.* 2014; Istiqomah 2015; Prasetyaningrum *et al.* 2010). *Edible film* juga dapat diberi warna yang diinginkan, flavor, keasaman, rasa manis, asin, dan lainnya (Rimadianti 2007).

Edible film terbuat dari bahan yang mudah dirombak secara biologis (*biodegradable*), relatif murah dan teknik pembuatannya sederhana (Yulianti dan ginting 2012). Bahan pembuatan *edible film* dapat menggunakan berbagai jenis polimer sebagai komponen pembentuk *edible film* (Chiumarelli dan Miriam 2013). Komponen tersebut harus memiliki kemampuan yang baik dalam membentuk lapisan tipis (*film forming ability*) secara fisik dan kimia, bahan tersebut harus terdispersi dalam suatu pelarut seperti air, alkohol, campuran air-alkohol, atau campuran pelarut lainnya (Murni *et al.* 2013). Polimer yang biasa digunakan dalam pembuatan edible film adalah protein (gelatin, kasein, gluten gandum dan zein), polisakarida (pati, pektin, selulosa, alginat dan karaginan), dan *lipid* (asam stearat, lilin, dan asam lemak ester) (Alkan dan Ahmet 2015; Chiumarelli dan Miriam 2013; Ramos *et al.* 2012; Razavi *et al.* 2015; Wan *et al.* 2015). Standar mutu *edible film* dapat dilihat pada tabel 9.

**Tabel 9.** Standar Mutu *Edible Film*

Grade	Tensile strenght (N/cm <sup>2</sup> )	Elongasi (%)	Transmisi uap air (g/cm <sup>2</sup> .jam)
1	20 min	1000 min	0,1 maks
2	15 min	700 min	0,15 maks
3	10 min	300 min	0,2 maks
4	7,0 min	100 min	0,3 maks
5	5,0 min	70 min	0,5 maks
6	4,0 min	50 min	0,7 maks
7	3,0 min	30 min	1,0 maks
8	2,0 min	20 min	1,5 maks
9	1,5 min	10 min	2,0 maks
10	1,0 min	5 min	2,5 maks
11	0,7 min	-	3,0 maks
12	0,5 min	-	4,0 maks
13	0,3 min	-	5,0 maks
14	0,2 min	-	10,0 maks
15	0,1 min	-	20,0 maks

Sumber: SNI 2014

*Edible film* yang terbuat dari hidrokoloid mempunyai kelebihan diantaranya untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida, *lipid* dan meningkatkan kekuatan fisik. Kelemahan *film* dari karbohidrat adalah tingkat ketahanan terhadap uap air rendah akibat sifatnya yang hidrofilik, sedangkan *film* dari protein sangat dipengaruhi oleh perubahan pH. *Edible film* dari *lipid* mempunyai kelebihan yaitu baik digunakan untuk melindungi penguapan air atau sebagai bahan pelapis untuk mengoles produk konfeksioneri, sedangkan kekurangannya yaitu kegunaan dalam bentuk murni sebagai *film* terbatas karena kekurangan integritas dan ketahanannya. *Edible film* dari komposit (gabungan hidrokoloid dan *lipid*) dapat meningkatkan kelebihan dari *film* hidrokoloid dan *lipid* serta mengurangi kelemahannya (Krisna 2011).

### 2.3 Probiotik

Bakteri probiotik atau dikenal dengan bakteri asam laktat secara umum didefinisikan sebagai mikroba hidup yang digunakan sebagai suplemen makanan dan dapat menguntungkan inangnya dengan meningkatkan keseimbangan mikrobial pencernaan. Bakteri probiotik dapat memberikan manfaat kesehatan

apabila jumlah bakteri yang tersedia minimum  $10^6$  cfu/g dalam produk makanan atau dimakan dalam jumlah yang cukup untuk menghasilkan asupan harian  $10^8$  cfu/mL (Kholisoh 2016).

Probiotik bermanfaat antara lain dapat mempertahankan mikroflora yang bermanfaat dalam pencernaan, menghambat pertumbuhan bakteri patogen, meningkatkan aktivitas enzim pencernaan, menurunkan aktivitas enzim bakterial dan produksi ammonia, meningkatkan asupan dan pencernaan makanan serta menetralisasi enterotoksin dan menstimulir sistem kekebalan ( Manin 2010).

Beberapa bakteri asam laktat terutama genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* merupakan kultur probiotik yang terdapat dalam suplemen nutrisi, produk farmasi dan pangan fungsional yang telah terbukti memberikan dampak menguntungkan bagi kesehatan manusia (Usmiati *et al.* 2011). Probiotik dari genera *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* meliputi dari berbagai spesies antara lain seperti: *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, dan *Lactobacillus GG* ( Manin 2010).

### 2.3.1 *Lactobacillus acidophilus*

*Lactobacillus acidophilus* merupakan salah satu jenis bakteri dari delapan genera umum bakteri asam laktat yang juga berfungsi sebagai bakteri probiotik. Klasifikasi ilmiah bakteri ini adalah kingdom *Bacteria*, divisi *Firmicutes*, kelas *Bacilli*, famili *Lactobacillaceae*, genus *Lactobacillus*, spesies *Lactobacillus acidophilus*. *Lactobacillus acidophilus* adalah bakteri non spora, fermentasi karbohidrat produk asam laktat, tahan asam dalam keadaan non aerobik dan katalase negatif, non motil, tidak mereduksi nitrit (Wildana *et al.* 2016).

*Lactobacillus acidophilus* dapat bertahan dalam lambung, usus halus dan asam empedu. Bakteri ini memproduksi asam organik, hidrogen peroksida, dan antibiotik untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen atau bakteri pembusuk, hal ini menunjukkan bahwa sifat antimikroba bakteri gram positif lebih kuat daripada bakteri gram negatif dalam menghambat bakteri patogen. *Lactobacillus acidophilus* dalam saluran pencernaan dapat juga menghambat pertumbuhan bakteri patogen atau pembusuk yang menyebabkan gangguan pada usus, diare, dan gangguan pencernaan dengan memproduksi bakteriosin sebagai antibakteri (Ramasendaran 2011)

*Lactobacillus acidophilus* tergolong dalam bakteri asam laktat yang bersifat homofermentatif. Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu 45 °C dan optimal pada suhu 35-38 °C, tidak tumbuh pada pH >6, pH optimal 5-6, dapat bertahan hidup pada pH mencapai 3 dan menghasilkan asam laktat sampai 4 %, tidak tumbuh pada suhu 15°C dan tidak dapat memfermentasi ribosa, umumnya membutuhkan nutrisi berupa asetat, riboflavin, asam pantotenat, kalsium, niasin dan asam folat, resisten terhadap asam empedu, memproduksi *threonine aldose* dan *alcohol dehydrogenase alcohol dehydrogenase* yang menimbulkan aroma. Keistimewaan bakteri ini adalah dapat memecah ikatan azo dari sulfasalazin yang menghasilkan azulfidin, yang dapat digunakan untuk mengobati radang usus (colitis) (Adriani 2010; Syachroni 2014; Wildana *et al.* 2016).

*Lactobacillus acidophilus* dapat tumbuh pada media yang mengandung prebiotik. Ciri-ciri koloni *Lactobacillus acidophilus* antara lain warna koloni putih susu agak krem, bentuk koloni bulat dengan tepian seperti wol. Sedangkan identifikasi isolat *Lactobacillus acidophilus* didasarkan pada bentuk sel batang, pengecatan gram positif non motil, katalase negatif, tidak membentuk dekstran, kemampuan pembentukan asam dari beberapa sumber karbon, kemampuan

tumbuh dalam berbagai pH maupun suhu, model fermentasi glukosa (homofermentatif), tipe peptidoglikan pada dinding sel (Nawaekasari 2012).

Lain dari itu bakteri *Lactobacillus acidophilus* dapat menempel pada sel-sel epitel saluran pencernaan, dapat pula ditemukan dalam usus manusia dan dapat diisolasi dari feses bayi sehat berusia 1-2 bulan, selain itu dapat juga ditemukan pada air susu ibu. Bakteri asam laktat dapat menghasilkan enzim *Bile salt Hydrolase*. Enzim yang berfungsi mengikat kolesterol dalam tubuh. Disamping itu bakteri probiotik ini dapat menekan pertumbuhan bakteri penyebab penyakit saluran pencernaan. Hal ini diakibatkan bakteri asam laktat memproduksi senyawa antimikroba, antara lain bakteriosin, hidrogen peroksida dan berbagai antibiotik alami lainnya (Adriani 2010)



**Gambar 4. *Lactobacillus acidophilus***

Sumber : Soukoulis *et al.* 2015

## **2.4 Plasticizer**

### **2.4.1 Gliserol**

Gliserol adalah alkohol terhidrik. Nama lain gliserol adalah gliserin atau 1,2,3-propanetriol atau  $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ . Gliserol tidak berwarna, tidak berbau, rasanya manis, bentuknya *liquid* sirup, meleleh pada suhu  $17,8^\circ\text{C}$ , mendidih pada suhu  $290^\circ\text{C}$  dan larut dalam air dan etanol. Sifat gliserol hidroskopis, seperti menyerap air dari udara, sifat ini yang membuat gliserol digunakan pelembab pada kosmetik. Gliserol terdapat dalam bentuk ester

(gliserida) pada semua hewan, lemak nabati dan minyak (Ningsih 2015). Adapun sifat fisik gliserol dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10.** Sifat Fisik Gliserol

Sifat	Nilai
Tampilan fisik	Cair
Kemurnian	95-99,5 %
Titik didih	290 <sup>o</sup> C pada 1013 hPa
Densitas relative	1,26 pada 20 <sup>o</sup> C
Viskositas	1410 mPa s pada 20 <sup>o</sup> C
Tegangan permukaan	63,4 Mn/m pada 20 <sup>o</sup> C

Sumber: Radhiyatullah *et al.* 2015

Gliserol merupakan salah satu *plasticizer*, yang biasanya digunakan dalam pembuatan *edible film*. Gliserol mengandung molekul hidrofilik yang relatif kecil dan mudah disisipkan diantara rantai polimer bahan dasar. Kondisi tersebut menyebabkan modifikasi struktural molekul-molekul penyusun *edible film*. Molekul gliserol akan mengganggu kekompakan polimer-polimer bahan dasar dengan menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer sehingga memperbaiki *fleksibilitas* dan *extensibilitas edible film*. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan sifat mekanis *edible film* (Fatma *et al.* 2015).

Pada pengaplikasiannya, penggunaan *plasticizer* harus sesuai dengan kebutuhan material yang dibuat, jika pemakaian *plasticizer* terlalu banyak, maka akan menurunkan sifat mekanis dari plastik *biodegradeble* dan menaikkan presentasi *elongasi of break*. Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutannya. Begitu juga dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik berfungsi untuk menurunkan kekakuan pada molekul plastik. Konsentrasi gliserol yang terlalu tinggi juga akan memberikan dampak negatif terhadap plastik yang dihasilkan, yaitu plastik akan mudah sobek karena sifat elastis dari plastik yang terlalu besar (Selpiana *et al.* 2015).



## 2.5 Parameter Kualitas *Edible Film*

### 2.5.1 Kadar Air

Kadar air dapat menentukan karakteristik serta lama simpan suatu bahan pangan, sehingga keberadaannya dalam bahan pangan sangat penting. Komposisi air pada bahan pangan seperti air bebas dan air terikat, dapat berpengaruh pada laju dan lama pengeringan bahan pangan. Air terikat adalah air yang terdapat dalam bahan pangan. Air bebas adalah air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan seperti membran, kapiler, dan serat (Winarno 2002).

Kadar air dalam bahan pangan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktifitas enzimatis serta reaksi-reaksi non enzimatis, mikroba kimia, sehingga dapat menimbulkan perubahan pada sifat organoleptik, tekstur, penampakan, nilai gizi dan cita rasa (Astawan dan Aviana 2003).

### 2.5.2 Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan *edible film* dalam pembentukan produk yang akan dikemasnya. Ketebalan dapat mempengaruhi laju transmisi uap air, gas, dan senyawa volatile serta sifat fisik lainnya seperti kuat tarik dan pemanjangan yang dihasilkan saat pemutusan *edible film* (Sinaga *et al.* 2013).

Faktor yang mempengaruhi ketebalan *edible film* adalah konsentrasi padatan terlarut, larutan pembentuk *edible film*, jenis plat pencetak dan ukuran plat pencetak. Semakin tinggi padatan terlarut, maka ketebalan akan meningkat. Selain itu ketebalan juga dapat meningkat seiring dengan peningkatan *plasticizer* dari 4,34-10,87 mmol/g dan berat molekul *plasticizer* dari 92-09-182,2. *Edible film* dengan bahan *plasticizer* berupa gliserol mempunyai ketebalan paling tipis apabila dibandingkan dengan jenis *plasticizer* lainnya. Berat molekul gliserol rendah, mempunyai konsentrasi padatan terlarut paling rendah. *Edible film*

dengan ketebalan yang tinggi dapat memberikan efek merugikan. Pelapis tebal dapat membatasi pertukaran gas hasil respirasi yang menyebabkan produk mengakumulasi etanol dan meningkatkan *off-flavor* (Krisna 2011).

### 2.5.3 Transmisi Uap

Laju transmisi uap air merupakan jumlah uap air yang melalui suatu permukaan persatuan luas atau *slope* jumlah uap air dibagi luas area. *Edible film* dengan bahan polisakarida umumnya bersifat *barrier* terhadap uap airnya rendah. *Film* hidrofilik seringkali memperlihatkan hubungan-hubungan positif antara ketebalan dengan permeabilitas uap air. Nilai laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh struktur bahan pembentuk dan konsentrasi *plasticizer*. Penambahan *plasticizer* seperti sorbitol dan gliserol akan meningkatkan permeabilitas *film* terhadap uap air karena bahan tersebut bersifat hidrofilik (Sara 2015), ditambahkan Warkoyo *et al.* (2014) *film* dengan komposisi hidrokoloid, kurang dapat menahan transmisi uap air karena bersifat hidrofilik, akan tetapi *film* tersebut dapat mengatur migrasi penguapan air dan merupakan *barrier* yang baik terhadap oksigen, karbondioksida dan *lipid*.

### 2.5.4 Tensile Strength

*Tensile strength edible film* merupakan tarikan maksimal yang dapat dicapai sampai *edible film* tetap bertahan sebelum akhirnya sobek. Sifat kuat tarik merupakan sifat fisik yang berhubungan dengan kekuatan *film* untuk menahan kerusakan fisik produk pada saat pengemasan. *Edible film* dengan nilai *tensile strength* yang tinggi diharapkan dapat melindungi produk dari kerusakan secara fisika, kimia dan mikrobiologi (Murdinah 2011).

### 2.5.5 Elongasi

Elongasi atau persen pemanjangan adalah nilai perubahan panjang *film* pada saat *film* ditarik. Perubahan panjang tersebut dapat dilihat pada saat *film* sobek saat penarikan (Murdinah *et al.* 2007). Pemanjangan ketika putus pada

saat penarikan *film* menunjukkan perubahan panjang *film* maksimum saat memperoleh gaya tarik sampai *film* putus dibandingkan dengan panjang awalnya. Ketebalan *edible film* juga berbanding lurus terhadap pemanjangan saat pemutusan *edible film* (Sinaga *et al.* 2013). Persen pemanjangan dipengaruhi oleh jenis bahan pembentuk *edible film* yang akan mempengaruhi sifat kohesi struktur *film* (Syarifuddin dan Yunianta 2015).

### 2.5.6 Kelarutan

Kelarutan merupakan jumlah nilai kelarutan *edible film* di dalam air suling dengan waktu tertentu. Nilai persentase kelarutan yang tinggi menunjukkan bahwa *edible film* semakin mudah untuk dikonsumsi (Syarifuddin dan Yunianta 2015). Jenis *plasticizer* yang digunakan akan berpengaruh terhadap nilai persentase kelarutan, karena pada umumnya *plasticizer* mempunyai sifat hidrofilik yang akan membentuk interaksi yang kuat dengan air (akibat adanya ikatan hidrogen) sehingga semakin banyak konsentrasi *plasticizer* yang digunakan maka nilai persentase kelarutan juga akan semakin besar (Antoniou *et al.* 2014). Kelarutan *film* dalam air didefinisikan sebagai persentase berat kering *film* setelah perendaman dalam *aquades* selama 24 jam (Dick *et al.* 2015).

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari bahan pembuatan sol (rumput laut segar), *edible film* bahan kultur bakteri, dan bahan uji. Bahan untuk pembuatan sol antara lain : *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, *Sargassum cristaefolium*, dan *aquades*. Bahan untuk pembuatan *edible film* terdiri dari campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, *Sargassum cristaefolium*, *aquades*, gliserol, bakteri *Lactobacillus acidophilus*, kertas label, *tissue*, plastik dan air tawar. Bahan yang digunakan dalam proses kultur bakteri antara lain yaitu kultur aseptik, media MRS Broth, *aquades*, *tissue*, kertas label, air bersih. Sedangkan bahan yang digunakan untuk pengujian terdiri dari media MRSA, *aquades*, NA fisiologis, kertas label, plastik, air tawar, *silica gel*, dan *edible film*.

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari alat proses penelitian dan alat analisa. Alat untuk proses penelitian dibedakan menjadi 3 bagian yaitu alat proses pembuatan sol (rumput laut segar), alat pembuatan kultur bakteri dan alat proses pembuatan *edible film*. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan sol (rumput laut segar) antara lain yaitu *beaker glass* 250 mL, timbangan digital, baskom, gelas ukur 100 mL. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan kultur bakteri antara lain : cawan petri, bunsen, tabung reaksi, rak tabung reaksi, erlenmeyer 250 mL, autoklaf, incase, *micropipet*. Sedangkan Alat yang digunakan dalam pembuatan *edible film* antara lain: *beaker glass* 250 mL, gelas

ukur 100 mL, *erlenmeyer* 250 mL, timbangan *digital*, *spatula*, *magnetic stirer*, *hotplate*, oven, dan nampan.

Alat yang digunakan untuk uji *tensile strength* dan perpanjangan antara lain penggaris, *cutter* dan *tensile strength* Imada Force Measurement tipe ZP-200N.

Alat yang digunakan untuk uji ketebalan antara lain : *micrometer digimetic* seri TT210. Alat yang digunakan untuk uji transmisi uap air antara lain *beaker glass* 50 mL, penggaris, gunting, desikator, *silica gel*, timbangan digital, *washing bottle*, dan nampan. Alat yang digunakan untuk uji kadar air antara lain botol timbang, oven, gunting, timbangan analitik, *crushable tank*, desikator. Alat yang digunakan untuk pengujian FTIR antara lain spektrofotometri Shimadzu IR Prestige-21. Alat untuk pengujian Viabilitas antara lain :bunsen, cawan petri, *autoklaf*, *colony counter*, rak tabung reaksi, tabung reaksi, pipet serologis 1 mL, mortal dan alu, *spatula*, timbangan analitik. Alat pengujian Kelarutan air antara lain Oven, timbangan analitik, botol timbang. Alat yang digunakan dalam pengujian SEM antara lain *Emisi Scanning Electron Microscopy* (TM 3000 Swift ED 3000 X-Ray, Hitachi, Tokyo,Japan).

### 3.2 Metode Penelitian

#### 3.2.1 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian pengaruh penambahan bakteri *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinossum*, *Sargassum cristaefolium* adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah suatu cara langkah yang digunakan peneliti untuk mencari sebab akibat antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti tersebut untuk mengeliminasi atau mengurangi faktor-faktor yang dapat mengganggu. Kemudian untuk mengetahui

seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dilakukan dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada kelompok percobaan.

### 3.2.2 Variabel

Variabel penelitian merupakan gambaran sifat benda dari obyek penelitian dengan berbagai macam nilai. Variabel dibedakan menjadi 2 yaitu antara lain variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang secara khusus di pilih sebagai variabel yang dipelajari pengaruhnya terhadap variabel terikat, sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang menjadi sebuah pusat percobaan.

Penelitian ini menggunakan variabel bebas meliputi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinossum*, *Sargassum cristaefolium*, dan konsentrasi probiotik *Lactobacillus acidophilus*, sedangkan variabel terikatnya adalah kualitas *edible film* dari *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinossum*, *Sargassum cristaefolium* dengan parameter uji meliputi uji FTIR, Uji viabilitas, Uji SEM, Uji Kadar Air, Uji Kelarutan Air, Uji Transmisi Uap Air, Uji Ketebalan, Uji *Tensile Strength* dan *Elongasi* pada *edible film*.

## 3.3 Rangkaian Penelitian

### 3.3.1 Penelitian Pendahuluan

### 3.3.2 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan kesesuaian konsentrasi pada bahan *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinossum*, dan *Sargassum cristaefolium* sebagai bahan pembuatan *edible film*. Hasil dari penelitian ini akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian utama.

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan pembuatan *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinossum*, dan *Sargassum cristaefolium* dengan 9 perbandingan yang berbeda. Sedangkan rancangan

percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Rancangan acak lengkap merupakan rancangan yang digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam dan homogen, sehingga banyak digunakan untuk percobaan di laboratorium, rumah kaca dan peternakan. Dengan model untuk RAL adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} ; i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

$\mu$  = nilai tengah umum

$T_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Adapun banyaknya ulangan pada penelitian pendahuluan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

Rumus ulangan →

$$\begin{aligned} (n-1)(r-1) &\geq 15 \\ (9-1)(r-1) &\geq 15 \\ 8(r-1) &\geq 15 \\ 8r-8 &\geq 15 \\ 8r &\geq 15+8 \\ r &\geq \frac{23}{8} \\ r &\geq 2,87 \approx 3 \text{ kali ulangan} \end{aligned}$$

Keterangan:

n = Perlakuan

r = Ulangan

Oleh karena itu, hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa jumlah ulangan pada penelitian pendahuluan sebanyak 2,67 ulangan atau jika dibalutkan menjadi 3 ulangan. Untuk lebih jelasnya mengenai jumlah ulangan pada penelitian pendahuluan ini dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Rancangan Percobaan Penelitian Pendahuluan

Konsentrasi Perbandingan <i>E. cottonii</i> – <i>E. spinosum</i> – <i>Sargassum cristaeolum</i> .	Ulangan		
	1	2	3
A <sub>1</sub> (0: 0,5%: 1,5%)	A <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> U <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> U <sub>3</sub>
A <sub>2</sub> (0: 1%:1 %)	A <sub>2</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> U <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> U <sub>3</sub>
A <sub>3</sub> (0: 1,5%:0,5%)	A <sub>3</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub> U <sub>3</sub>
A <sub>4</sub> (0,5%:0,5%:1%)	A <sub>4</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>4</sub> U <sub>2</sub>	A <sub>4</sub> U <sub>3</sub>
A <sub>5</sub> (0,5%:1%:0,5%)	A <sub>5</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>5</sub> U <sub>2</sub>	A <sub>5</sub> U <sub>3</sub>
A <sub>6</sub> (1%:0,5%:0,5%)	A <sub>6</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>6</sub> U <sub>2</sub>	A <sub>6</sub> U <sub>3</sub>
A <sub>7</sub> (1%: 0: 1%)	A <sub>7</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>7</sub> U <sub>2</sub>	A <sub>7</sub> U <sub>3</sub>
A <sub>8</sub> (1,5%: 0: 0,5%)	A <sub>8</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>8</sub> U <sub>2</sub>	A <sub>8</sub> U <sub>3</sub>
A <sub>9</sub> (0,5%: 0: 1,5%)	A <sub>9</sub> U <sub>1</sub>	A <sub>9</sub> U <sub>2</sub>	A <sub>9</sub> U <sub>3</sub>

### 3.3.2.1 Prosedur Kerja Penelitian Pendahuluan

Prosedur kerja penelitian pendahuluan terdiri dari beberapa langkah yaitu:

#### 1. Pembuatan sol rumput laut

Pembuatan sol rumput laut didasarkan dari metode Hardoko (2008), yang telah dimodifikasi yaitu pertama rumput laut *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaeolum* dari petani dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan pasir, lumut, dan kotoran lain yang menempel pada rumput laut dengan menggunakan sikat gigi. Setelah itu rumput laut yang sudah bersih dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. Kemudian dilakukan perendaman 2 % rumput laut dalam 97% *aquades* selama 8 jam, hingga tekstur rumput laut dapat dipatahkan dengan jari. Setelah itu dilakukan proses penghalusan menggunakan blender dengan kecepatan tinggi selama 15 detik sesuai metode dari Dewi *et al.* (2010).

#### 2. Pembuatan *edible film*

Pembuatan *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaeolum* didasarkan pada penelitian wan *et al.* (2015) yang telah dimodifikasi yaitu pertama setelah penghalusan rumput laut kemudian di tambahkan gliserol sebagai *plasticizer* sebanyak 1%. Selanjutnya dipanaskan dalam *waterbath* dengan suhu 80°C selama 30 menit. Setelah



homogen tuang larutan dalam nampak plastik dan diratakan. Kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu pada suhu 45°C selama 24 jam.

3. Perlakuan uji karakteristik *edible film* pada penelitian pendahuluan meliputi pengujian *tensile strength* dan uji *elongasi*, uji ketebalan, uji transmisi uap air, dan uji kadar air.
4. Perlakuan analisa sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjut Duncan menggunakan aplikasi spss 16.0.

### 3.3.3 Penelitian Utama

#### 3.3.3.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Prosedur penelitian utama ini meliputi pembuatan *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan konsentrasi bakteri *Lactobacillus acidophilus*. Formulasi pembuatan *edible film* pada penelitian utama ini berdasarkan dari hasil perlakuan terpilih pada penelitian pendahuluan. Sedangkan rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian utama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan jumlah variabel bebas yaitu konsentrasi penambahan bakteri *Lactobacillus acidophilus* yang terdiri dari 6 perlakuan 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10%. Adapun banyaknya ulangan pada penelitian utama ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{array}{l} \text{Rumus ulangan} \longrightarrow \\ (n - 1) (r - 1) \geq 15 \\ (6 - 1) (r - 1) \geq 15 \\ 5(r - 1) \geq 15 \\ 5r - 5 \geq 15 \\ 5r \geq 15 + 5 \\ r \geq \frac{20}{5} \\ r \geq 4 \text{ kali ulangan} \end{array}$$

Keterangan :

n : Perlakuan

r : Ulangan

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa jumlah ulangan pada penelitian utama sebanyak 4 kali ulangan. Untuk lebih jelasnya mengenai jumlah ulangan pada penelitian utama ini dapat dilihat pada tabel 12.

**Tabel 12.** Rancangan Percobaan Penelitian Utama

Perlakuan (Konsentrasi Probiotik)	Ulangan			
	1	2	3	4
A1	A1U1	A1U2	A1U3	A1U4
A2	A2U1	A2U2	A2U3	A2U4
A3	A3U1	A3U2	A3U3	A3U4
A4	A4U1	A4U2	A4U3	A4U4
A5	A5U1	A5U2	A5U3	A5U4
A6	A6U1	A6U2	A6U3	A6U4

Keterangan :

- A1 : Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 5% terhadap 95% bahan *edible film*.  
 A2 : Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 6% terhadap 94% bahan *edible film*.  
 A3 : Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 7% terhadap 93% bahan *edible film*.  
 A4 : Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 8% terhadap 92% bahan *edible film*.  
 A5 : Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 9% terhadap 91% bahan *edible film*.  
 A6 : Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 10% terhadap 90% bahan *edible film*.

### 3.3.3.2 Prosedur Penelitian Utama

Prosedur kerja pada penelitian utama terdiri dari beberapa langkah tahapan antara lain adalah sebagai berikut:

#### 1. Prosedur pembuatan Kultur Bakteri

Prosedur pembuatan kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus* didasarkan pada metode penelitian Setijawati *et al.* (2011) yaitu pertama kultur *starter* kering ditumbuhkan dalam 10 mL medium MRSB steril, kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Kemudian digoreskan pada media. Selanjutnya ditumbuhkan kembali dalam 10 mL medium MRSB steril, kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Kemudian dihitung kepadatan jumlah bakteri dengan OD pada 620 nm menggunakan spektrofotometri.

#### 2. Prosedur Pembuatan *Edible film*

Prosedur dalam pembuatan *edible film* dari sol rumput laut segar didasarkan dari metode penelitian Irfandi (2014) yang telah dimodifikasi yaitu pertama

rumput laut kering ditimbang sebanyak konsentrasi (*Eucheuma cottonii* 1%: *Eucheuma spinosum* 0,5%: *Sargassum cristaefolium* 0,5%), kemudian direndam dalam *aquades* sebanyak  $\pm$  95% selama 8 jam hingga tekstur rumput laut dapat dipatahkan dengan jari. Setelah itu dilakukan proses penghalusan menggunakan blender dengan kecepatan tinggi selama 15 detik sesuai dari penelitian Dewi *et al.* (2010). Kemudian ditambahkan gliserol sebanyak 1% sebagai *plasticizer* sesuai dari penelitian Wan *et al.* (2015). Kemudian sesuai penelitian Lacey *et al.* (2012) dilakukan proses pemanasan menggunakan *waterbath* dengan suhu 80°C selama 30 menit hingga homogen. Kemudian suhu diturunkan hingga 45°C dan ditambahkan bakteri probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi pada masing-masing perlakuan yaitu 5%, 6% , 7%, 8%, 9%, dan 10% . Setelah itu larutan dicetak pada *plat plastic* dan dikeringkan pada oven dengan suhu 45°C selama 24 jam.

3. Kemudian dilakukan uji karakteristik *edible film* antaranya *tensile strength*, uji *elongasi*, uji ketebalan, uji transmisi uap air, uji kadar air, kelarutan air dan uji *total BAL*.
4. Perlakuan analisa sidik ragam (ANOVA) dan jika beda nyata dilakukan uji lanjut duncan menggunakan aplikasi spss 16.0.
5. Pemilihan perlakuan terpilih.
6. Pengujian SEM.

### 3.4 Prosedur Analisa Parameter Uji

#### 3.4.1 Pengujian *Tensile Strength* dan *Elongasi* (Soukoulis *et al.* 2016)

Analisis kuat tarik (*tensile strength*) dan % *elongasi* dilakukan menggunakan alat Imada *Force Measurement* tipe ZP-200N. *Edible film* ini dipotong-potong berbentuk persegi panjang 20 – 80 mm diletakkan pada *grip* dimana jarak

pemisahannya berukuran 50 mm. Pada tes tarik, beban yang dimiliki seberat  $\pm 5$  kg dengan kecepatan 1 mm/ detik. Rumus untuk menghitung *tensile strength* dan *elongasi edible film* adalah sebagai berikut:

$$\text{Tensile strength (N/cm}^2\text{)} = \frac{F_{\max}}{A}$$

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{L}{L_0} \times 100\%$$

Dimana:

$F_{\max}$  : gaya saat putus (N)

A : ketebalan (mm)

L : panjang film saat putus

$L_0$  : panjang awal

### 3.4.2 Pengukuran Ketebalan (Soukoulis et al. 2016)

Pengujian ketebalan *edible film* dilakukan dengan menggunakan alat *electronic digital micrometer* dengan ketelitian 0,001 mm. Pengukuran ini dilakukan tiga kali pengukuran pada beberapa titik yang berbeda pada sampel, untuk kemudian dihitung rata-rata dan dicatat dalam satuan milimeter (mm).

### 3.4.3 Analisis Scanning Electron Microscope

Analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*) bertujuan untuk mengetahui karakteristik permukaan mikrostruktur pada sampel *edible film*. Analisis ini menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) TM 3000 Hitachi with SwiftED 3000 X-Ray Microanalysis. Alat ini memiliki akselerasi tegangan 5K-15K, ukuran maksimum sampel yang digunakan sebesar 70 mm dengan ketebalan maksimum 50 mm. Ketebalan gambar  $\pm 50 \mu\text{m}$  (15 kv mode: D=4,5mm), memiliki sensitivitas detektor tinggi dengan ukuran gambar 1280 x 960 pixels (maksimum) dan 640 x 480 (minimum), dengan display data berupa *micro marker, no file* dan keterangan. Alat ini dapat digunakan pembesaran sampai 30.000X. Selain itu juga memiliki *auto* pengaturan pendaran sinar dan *auto focus*

*adjustment* secara otomatis dengan frekuensi 50/60 HZ. Alat ini juga disertai AC 100-240 V (min 90 / max 250 V).

Prosedur perlakuan pengujian SEM pertama adalah sambungkan alat dengan sumber listrik, kemudian nyalakan saklar yang berada disamping alat (SEM) dan dibiarkan selama 30 menit untuk pemanasan alat. Selanjutnya Set sampel pada spesimen *holder*. Kemudian tekan tombol EVAC/AIR untuk memasukkan udara pada ruang spesimen. Setelah itu lampu LED (AIR yang berkedip dan berwarna kuning) untuk menunjukkan bahwa udara sudah masuk pada *camber* spesimen maka lampu LED AIR akan menyala konstan dan tidak berkedip lagi. Kemudian ditarik *handle* pada tempat sampel dan sampel diletakkan pada tempat *holder* yang tersedia. Selanjutnya tutup kembali bagian tersebut dan tekan tombol EVAC/AIR untuk proses pemvacuman dan tunggu sampai lampu LED air berwarna biru dan tidak berkedip lagi. Kemudian diklik *icon software* SEM pada laptop dan diklik *icon start* untuk memulai proses observasi pada sampel. Setelah itu disimpan hasil observasi dan analisisnya dan diklik *stop* untuk menghentikan proses observasi sampel. Tekan tombol EVAC/AIR untuk memasukkan udara pada ruang spesimen. Lampu LED (EVAC/AIR yang berkedip dan berwarna kuning) untuk mengakhiri proses *vacum* sampel. Kemudian ditarik *handle* pada tempat sampel dan sampel dikeluarkan dari *camber*, kemudian dimatikan SEM dengan menekan tombol *on/off* dan dicabut kabel SEM dari sumber listrik.

#### **3.4.4 Analisis Laju Transmisi Uap Air (Antoniou et al. 2014)**

Analisa laju transmisi uap air pada *edible film* dengan penambahan kultur bakteri probiotik ditentukan secara gravimetri berdasarkan metode ASTM E96 (ASTM,1995) dengan beberapa modifikasi. Sampel pada *edible film* dipotong persegi (4 cm x 4 cm) dan ketebalan rata-rata diukur. Kemudian sampel *edible*

*film* diseal pada *beaker glass* yang berisi *aquades* sebanyak 10 mL. Setelah itu *edible film* dimasukkan dalam desikator yang berisi silika gel. Berat *beaker glass* diamati selama 24 jam.

$$\text{WVTR} = \frac{\text{berat akhir sampel}}{\text{waktu} \times \text{luas permukaan}}$$

### 3.4.5 Analisis Kadar Air (AOAC 1995)

Disiapkan *sampel film* dengan ukuran 3x2 cm, kemudian dikeringkan pada suhu 105°C dalam oven, selanjutnya dianalisis secara gravimetrik selama 24 jam. Kadar air ini dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(\text{berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir})}{(\text{berat sampel awal})} \times 100\%$$

### 3.4.6 Analisis Kelarutan air (*Water Solubility*) (Dick et al. 2015)

Kadar air dari masing-masing sampel pada pengujian kadar air yang telah kering kemudian ditimbang dan dianggap sebagai (**Wi**). Sampel *edible film* ditambahkan *aquades* sebanyak 30 mL *aquades*, Kemudian dilakukan perendaman selama 24 jam pada suhu 25°C. lalu dilanjutkan dengan *centrifuge* pada kecepatan 150 rpm selama 10 menit. Kemudian residu (padatan tak larut) dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Kemudian ditimbang berat bahan akhir (**Wf**). Kelarutan air dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kelarutan air (\%)} = \frac{W_i - W_f}{w_i} \times 100$$

### 3.3.2 Uji FTIR (Anam et al. 2007)

FTIR (*Fourier Transform InfraRed*) merupakan salah satu metode spektroskopi inframerah untuk analisa hasil spektrumnya dan dilengkapi dengan transformasi *fourier*. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode absorpsi. Metode absorpsi ialah metode spektroskopi yang didasarkan pada

perbedaan penyerapan radiasi inframerah. Dua syarat yang harus dipenuhi dalam absorpsi inframerah oleh suatu materi, yaitu kesesuaian frekuensi radiasi inframerah dengan *frekuensi fibrasional* molekul sampel serta perubahan momen dipol selama berfibrasi.

Inti spektroskopi FTIR ialah interferometer Michelson, alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungannya. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pentranmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel untuk fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang dihasilkan kemudian diplot untuk intensitas fungsi energi bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) atau panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ).

Analisa gugus fungsi dengan FTIR pada bahan-bahan *edible film* dilakukan dengan, sampel ditempatkan ke dalam *set holder*, kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasilnya akan didapatkan difraktogram hubungan antara bilangan gelombang dengan intensitas. Spektrum FTIR direkam menggunakan spektrometer pada suhu ruang.

#### 3.4.7 Analisis pengujian *Total BAL* (SNI 2006)

Pengujian *total BAL* pada *Lactobacillus acidophilus* dilakukan dengan cara memasukkan 1 g sampel dimasukkan kedalam 9 mL Nafis steril yang sebelumnya telah disterilisasi. Kemudian dimasukkan kedalam inkubator selama 1 jam, agar homogen. Setelah itu dilakukan pengenceran bertingkat. Kemudian dilakukan penanaman pada media MRS Agar dan diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 72 jam. Kadar *viabilitas* ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{\Sigma C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2) \times (d)]}$$

Keterangan :

N = Jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per g

$\Sigma C$  = Jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung

$n_1$  = Jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung

$n_2$  = Jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung

d = Pengenceran pertama yang dihitung

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Bahan Baku Rumput Laut

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium* yang berasal dari perairan Madura. Umur simpan rumput laut yang digunakan dalam pembuatan sol rumput laut adalah sekitar 40 hari.

### 4.2 Penelitian Pendahuluan

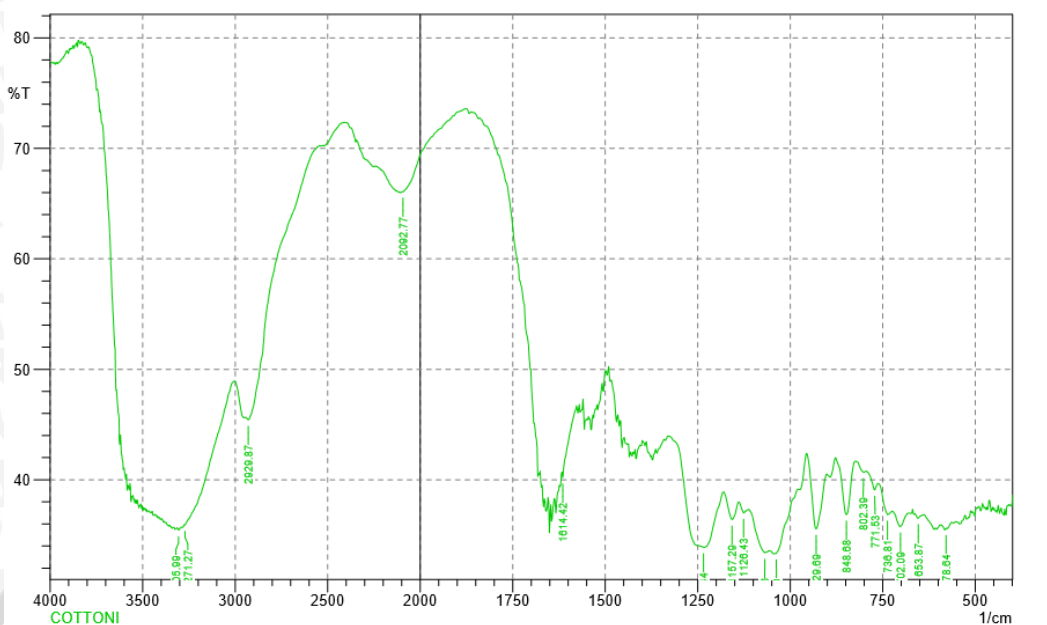
Pada penelitian pendahuluan dilakukan identifikasi terhadap bahan baku menggunakan analisa FTIR dan pengujian karakteristik *edible film*. Hal ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi terpilih dari masing-masing campuran bahan pada proses pembuatan *edible film*.

#### 4.2.1 Identifikasi Bahan Baku dengan FTIR

Identifikasi bahan baku menggunakan FTIR dilakukan pada penelitian pendahuluan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsional bahan baku apabila digabungkan sebagai bahan pembuatan *edible film*. Adanya gugus fungsi ini dapat digunakan sebagai komponen yang digunakan dalam pengenalan jenis senyawa yang berpengaruh terhadap pengujian kualitas *edible film*.

##### 4.2.1.1 *Eucheuma cottonii*

Analisa gugus fungsi pada *Eucheuma cottonii* menggunakan FTIR merk SHIMADZHU dilaboratorium sentral MIPA Universitas Negeri Malang. Pengukuran data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan panjang gelombang 500-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Spektra hasil pengujian FTIR *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Spektra IR dari *Eucheuma cottonii* Menggunakan FTIR

Gambar 5 menunjukkan bahwa hasil spektra infra merah dengan sampel *Eucheuma cottonii* pada bilangan gelombang  $802,39\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O-SO<sub>3</sub>, 3,6 anhidro D galaktosa 2 sulfat. Pada bilangan gelombang  $848,68\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C-O-SO<sub>3</sub> pada gugus fungsi D galaktosa 4 sulfat. Pada bilangan gelombang  $929,69\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C-O gugus 3,6 anhidro D galaktosa. Pada bilangan gelombang  $1068,56\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya C-OH ikatan glikosidik. Pada bilangan gelombang  $1234,44\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan S=O gugus ester sulfat. Bilangan gelombang  $1614,42\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus C=C Alkena. Bilangan gelombang  $2929,87\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H Alkana. Bilangan gelombang  $3271,27\text{ - }3305,99\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H alkohol ikatan hydrogen/ fenol.

Hasil analisa gugus fungsional pada spektrum FTIR *Eucheuma cottonii* dibandingkan dengan penelitian Manuhara *et al.* (2016) mengenai ekstrak kappa karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*, yang disajikan pada tabel 13.

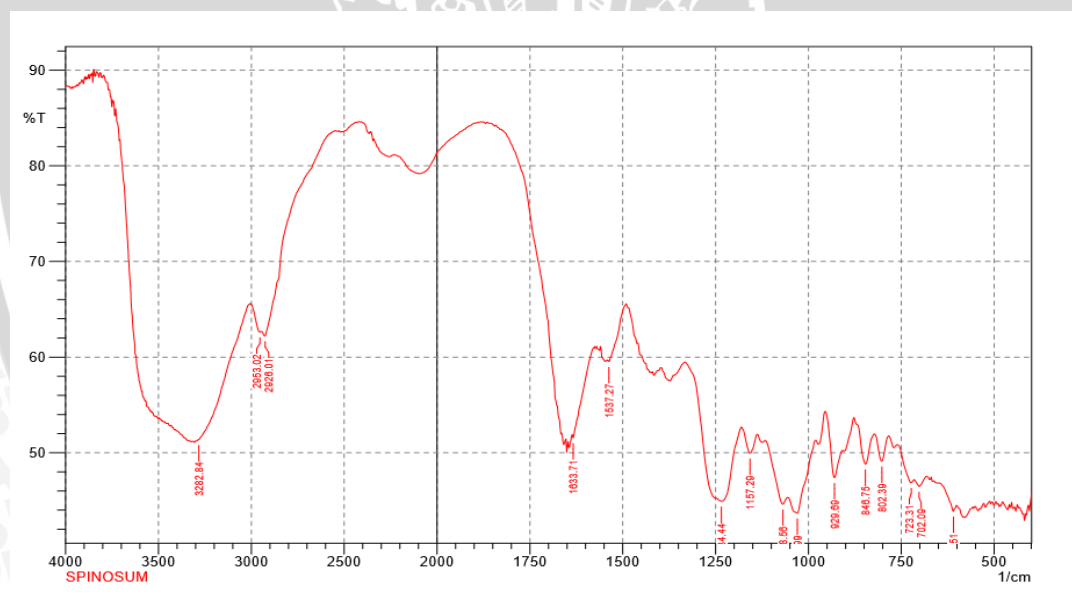
**Tabel 13.** Gugus Fungsi *Eucheuma cottonii* dibandingkan dengan Literatur

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )*	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )**	Gugus dugaan
848,68	849	C-O-SO <sub>3</sub> D galaktosa 4 sulfat
929,69	926	C-O 3,6 anhidro D galaktosa
1068,56	1072	C-OH Ikatan glikosida
1234,44	1234	S=O Ester sulfat

Keterangan : \*) : Bilangan gelombang *Eucheuma cottonii* hasil penelitian  
 \*\*) : Manuhara *et al.* (2016) mengenai ekstraksi dan karakterisasi kappa karaginan dari alga merah (*kappaphycus alvarezii*)

#### 4.2.1.2 *Eucheuma spinosum*

Analisa gugus fungsi pada *Eucheuma spinosum* menggunakan FTIR merk SHIMADZHU dilaboratorium sentral MIPA Universitas Negeri Malang. Pengukuran data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan panjang gelombang 500-4000 cm<sup>-1</sup>. Spektra hasil pengujian FTIR *Eucheuma spinosum* dapat dilihat pada gambar 6.

**Gambar 6.** Spektra IR dari *Eucheuma spinosum* Menggunakan FTIR

Gambar 6 menunjukkan bahwa hasil spektra infra merah dengan sampel *Eucheuma spinosum* pada bilangan gelombang 802,39 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya C-O-SO<sub>3</sub> gugus 3,6 anhidro D galaktosa 2 sulfat. 846,75 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya C-O-SO<sub>3</sub> gugus D galaktosa 4 sulfat. Pada bilangan gelombang 1029,99 cm<sup>-1</sup> dan 1068,56 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya C-OH ikatan

glikosidik. Pada bilangan gelombang  $929,69 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C-O gugus 3,6 anhidro D galaktosa. Pada bilangan gelombang  $1234,44 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya S=O gugus ester sulfat. Pada bilangan gelombang  $1537,27 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C=C cincin aromatik. Pada bilangan gelombang  $1633,71 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C=C alkena. Pada bilangan gelombang  $2926,01- 2953,02 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkana. Pada bilangan gelombang  $3282,84 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol.

Hasil analisa gugus fungsional pada spektrum FTIR *Eucheuma spinosum* dibandingkan dengan penelitian Paula *et al.* (2015) FTIR iota karaginan, yang disajikan pada tabel 14.

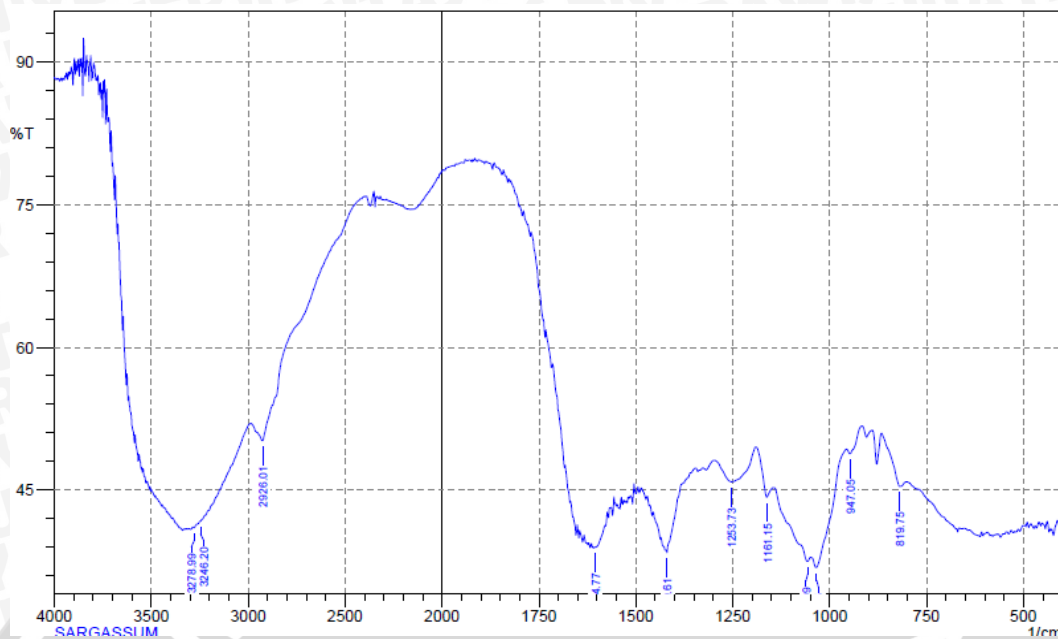
**Tabel 14.** Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum* dibandingkan dengan Literatur

Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )*	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )**	Gugus Fungsi
802,39	803	C-O-SO <sub>3</sub> 3,6 anhidro D galaktosa 2 sulfat
846,75	844	C-O-SO <sub>3</sub> D galaktosa 4 sulfat
1029,99	1024	C-OH Ikatan glikosida
1234,44	1215	S=O ester sulfat

Keterangan : \*) : Bilangan gelombang *Eucheuma spinosum* hasil penelitian  
 \*\*) : Paula *et al* (2015) mengenai *edible film* berbahan campuran kappa karaginan, iota karaginan dan alginat.

#### 4.2.1.3 *Sargassum critaefolium*

Analisa gugus fungsi pada *Sargassum critaefolium* menggunakan FTIR merk SHIMADZHU dilaboratorium sentral MIPA Universitas Negeri Malang. Pengukuran data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan panjang gelombang  $500-4000 \text{ cm}^{-1}$ . Spektra hasil pengujian FTIR *Sargassum critaefolium* dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** Spektra IR dari *Sargassum cristaefolium* Menggunakan FTIR

Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil spektra infra merah dengan sampel *Sargassum cristaefolium* pada bilangan gelombang  $947,05 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena (asam guluronat). Pada bilangan gelombang  $819,75 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik (asam manuronat). Pada bilangan gelombang  $1253,73 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alkohol, eter, asam karboksilat atau ester. Pada bilangan gelombang  $1419,61 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkana. Pada bilangan gelombang  $1604,77 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C=C asam karboksilat. Pada bilangan gelombang  $1056,99 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus piranosa. Pada bilangan gelombang  $1033,85 - 1161,15 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus glikosida. Pada bilangan gelombang  $2926,01 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkana. Pada bilangan gelombang  $3246,2 - 3278,99 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol.

Hasil analisa gugus fungsional pada spektrum FTIR *Sargassum cristaefolium* sesuai dengan penelitian Paula *et al.* (2015) yang disajikan pada tabel 15.

**Tabel 15.** Gugus Fungsi *Sargassum cristaefolium* dibandingkan dengan Literatur

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )*	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )**	Gugus dugaan
819,75	817,1	C-H asam manuronat
947,05	947,9	C-O asam uronat
1056,99	1024,1	Piranos
1604,77	1730	Asam karboksilat
1033,85-1160,15	970-1200	C-OH Ikatan glikosida

Keterangan : \*) : Bilangan gelombang *Sargassum cristaefolium* hasil penelitian  
 \*\*): Paula *et al* (2015) mengenai karakterisasi edible film berbahan Campuran kappa karaginan, iota karaginan dan alginat.

**4.2.1.4 *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium***

Hasil analisa FTIR pada masing-masing bahan selanjutnya dilakukan analisa gugus fungsi pada ketiga bahan. Hasil FTIR antara *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada tabel 16.

**Tabel 16.** Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )			Gugus dugaan
<i>E. cottonii</i>	<i>E. spinosum</i>	<i>Sargassum cristaefolium</i>	
1068,56	1029,99	1033,85	C-OH Ikatan glikosidik

Tabel 11 menunjukkan adanya gugus fungsional yang sama pada *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium*. Gugus fungsi C-OH Ikatan glikosidik pada *E.cottonii* terdapat pada bilangan gelombang 1068,56 cm<sup>-1</sup>, pada *E. Spinosum* terdapat pada bilangan gelombang 1029,99 cm<sup>-1</sup>, sedangkan *Sargassum cristaefolium* terdapat pada bilangan gelombang 1033,85 cm<sup>-1</sup>.

#### 4.2.2 Hasil Analisa Pengujian Kualitas *Edible Film*

**Tabel 17.** Hasil Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Kadar Air (%)	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )	Transmisi Uap Air ( $\text{g/m}^2 \cdot \text{Jam}$ )	Tensile Strength ( $\text{N/mm}^2$ )	Elongasi(%)
A1(0:1:3)	22,42 $\pm$ 0,84 <sup>f</sup>	94,95 $\pm$ 1,14 <sup>g</sup>	41,76 $\pm$ 0,31 <sup>e</sup>	4,59 $\pm$ 0,37 <sup>b</sup>	3,52 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
A2(0:2:2)	18,55 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup>	66,48 $\pm$ 1,49 <sup>b</sup>	36,88 $\pm$ 0,76 <sup>b</sup>	7,13 $\pm$ 0,40 <sup>c</sup>	4,88 $\pm$ 0,29 <sup>b</sup>
A3(0:3:1)	20,12 $\pm$ 0,83 <sup>d</sup>	85,00 $\pm$ 1,00 <sup>e</sup>	36,89 $\pm$ 0,63 <sup>b</sup>	6,57 $\pm$ 0,43 <sup>c</sup>	6,58 $\pm$ 0,44 <sup>d</sup>
A4(1:1:2)	21,71 $\pm$ 0,65 <sup>f</sup>	74,08 $\pm$ 1,12 <sup>c</sup>	37,69 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>	3,82 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	5,24 $\pm$ 0,42 <sup>b</sup>
A5(1:2:1)	19,47 $\pm$ 0,80 <sup>c</sup>	92,33 $\pm$ 1,53 <sup>f</sup>	39,67 $\pm$ 0,63 <sup>c</sup>	6,44 $\pm$ 0,56 <sup>c</sup>	7,35 $\pm$ 0,44 <sup>e</sup>
A6(2:1:1)	16,49 $\pm$ 0,91 <sup>a</sup>	53,00 $\pm$ 1,00 <sup>a</sup>	35,32 $\pm$ 0,73 <sup>a</sup>	12,97 $\pm$ 0,66 <sup>e</sup>	8,48 $\pm$ 0,76 <sup>f</sup>
A7(2:0:2)	17,59 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	71,74 $\pm$ 1,63 <sup>c</sup>	40,35 $\pm$ 0,64 <sup>d</sup>	4,05 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	4,57 $\pm$ 0,38 <sup>b</sup>
A8(3:0:1)	21,22 $\pm$ 0,84 <sup>e</sup>	79,32 $\pm$ 0,66 <sup>d</sup>	40,63 $\pm$ 0,83 <sup>d</sup>	7,83 $\pm$ 0,17 <sup>d</sup>	4,51 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>
A9(1:0:3)	19,53 $\pm$ 0,54 <sup>c</sup>	91,47 $\pm$ 1,75 <sup>f</sup>	38,98 $\pm$ 0,58 <sup>c</sup>	3,74 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	5,81 $\pm$ 0,49 <sup>c</sup>

**Keterangan:** Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ ).

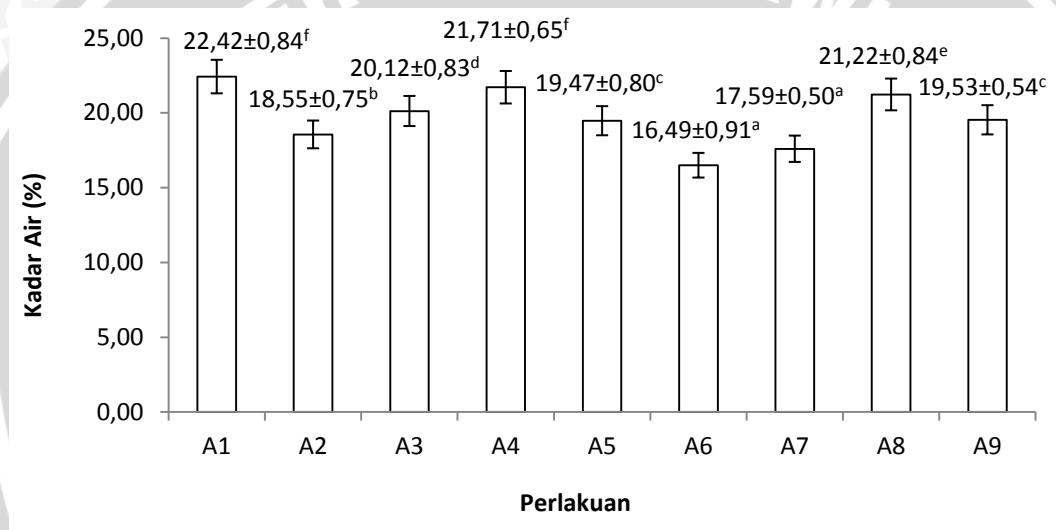
Penelitian pendahuluan bertujuan untuk memperoleh perbandingan konsentrasi terbaik pada campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* dalam bentuk sol pada pembuatan *edible film* melalui analisa pengujian karakteristik. Berdasarkan hasil ANOVA dan pengujian lanjut duncan menggunakan spps 16,0 maka diperoleh hasil terbaik dari perbandingan konsentrasi campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* dalam bentuk sol adalah perlakuan A6 dengan perbandingan 2:1:1 (1% *Eucheuma cottonii*: 0,5% *Eucheuma spinosum*: 0,5% *Sargassum critaefolium*).

Dari analisa ragam (ANOVA) dengan menggunakan derajat kesalahan 0,05% dan derajat kepercayaan 95% didapatkan bahwa ada pengaruh nyata dari setiap perbandingan konsentrasi campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium*. Oleh karena itu perlu dilakukan uji lanjut duncan pada setiap uji yang memberikan pengaruh beda nyata. Pengaruh nyata dari perbandingan konsentrasi ditunjukkan dengan adanya perbedaan pada notasi, sehingga dapat diketahui bahwa perbandingan konsentrasi campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* memberikan pengaruh yang berbeda terhadap setiap uji karakteristik pada *edible*

film. Hasil analisa keragaman (ANOVA) dan uji lanjut duncan pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada lampiran 3.

#### 4.2.2.1 Kadar Air

Analisa sidik ragam antara pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap hasil kadar air *edible film* menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ). Pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap karakteristik *edible film* dapat dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8.** Kadar Air *Edible Film* Penelitian Pendahuluan

Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai kadar air terbaik pada penelitian pendahuluan terdapat pada perlakuan A6 dengan konsentrasi perbandingan 2:1:1 (1% *Eucheuma cottonii*: 0,5% *Eucheuma spinosum*: 0,5% *Sargassum critaefolium*) sebesar 16,49%. Hal ini sesuai dengan penelitian Arifin (2009) bahwa nilai kadar air dibawah 20% akan menghasilkan *edible film* yang memiliki karakteristik tidak mudah rapuh dan tidak lembab. Semakin meningkat konsentrasi penambahan *Eucheuma cottonii*, dan semakin rendah penambahan *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* maka nilai kadar air semakin menurun. Hal ini diduga karena peningkatan konsentrasi *Eucheuma cottonii*

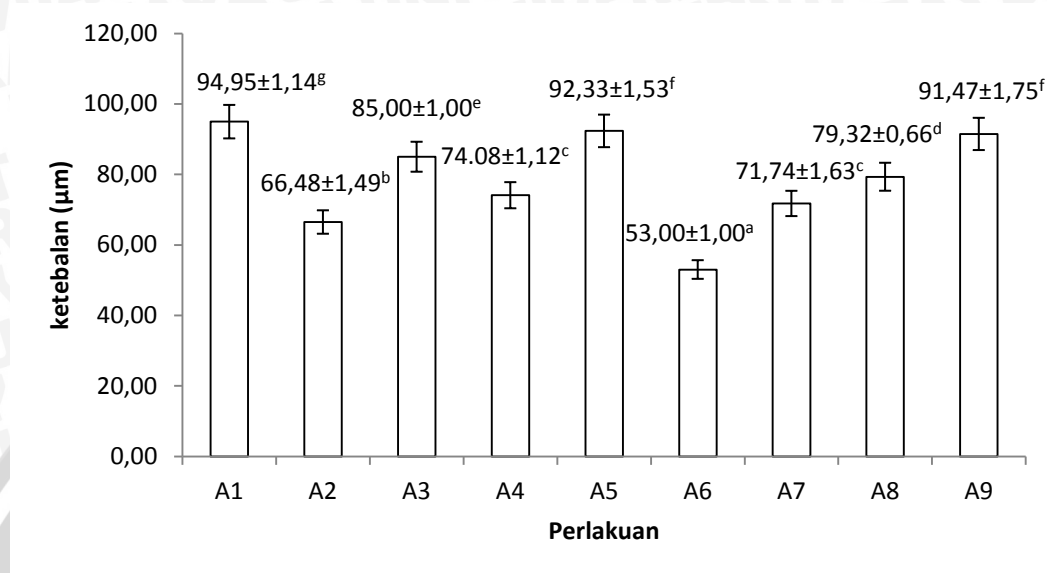


akan meningkatkan jumlah ion kalium sehingga ketika terjadi ikatan antar gugus hidroksil yang membentuk rantai *double helix*, maka kalium akan mengikat gugus sulfat yang bermuatan negatif yang menyebabkan menurunnya total padatan terlarut sehingga kadar air menurun. Hal ini sesuai dengan Kafrani *et al.* (2015) bahwa kalium akan menstabilkan ikatan silang pada *helix* dengan mengikat gugus sulfat sehingga mengurangi sifat hidrofilisitas dan meningkatkan daya gelasi. Sedangkan peningkatan nilai kadar air dikarenakan karena adanya *Sargassum critaeofolium* yang akan memutuskan rantai *helix* dengan adanya garam guluronat yang dimiliki oleh *Sargassum critaeofolium*. Hal ini sesuai dengan pendapat Paula *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa adanya garam akan mempengaruhi tingkat gelasi, karena garam akan merusak rantai *helix* sehingga menurunkan tingkat gelasi. Ditambahkan oleh Zailanie *et al.* (2001) bahwa pada *Sargassum critaeofolium* terdapat garam guluronat yang mana senyawa tersebut bersifat kental. Hal ini mengakibatkan air yang terdapat dalam matrik *edible film* akan terperangkap oleh gliserol sehingga meningkatkan nilai kadar air. Sudaryati *et al.* (2010) mengatakan bahwa gliserol merupakan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik yang mempunyai kemampuan mengikat air. Keberadaan gugus hidrofilik dalam matrik *edible film* menyebabkan air terikat sehingga kadar air meningkat. Menurut Diova *et al.* (2013) nilai kadar air rendah pada *edible film* akan meningkatkan masa simpan dan lebih tahan terhadap kerusakan mikrobiologis.

#### 4.2.2.2 Ketebalan

Analisa sidik ragam antara pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaeofolium* terhadap hasil ketebalan *edible film* menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ). Pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan

*Sargassum critaeifolium* terhadap karakteristik *edible film* dapat dilihat pada gambar 9.



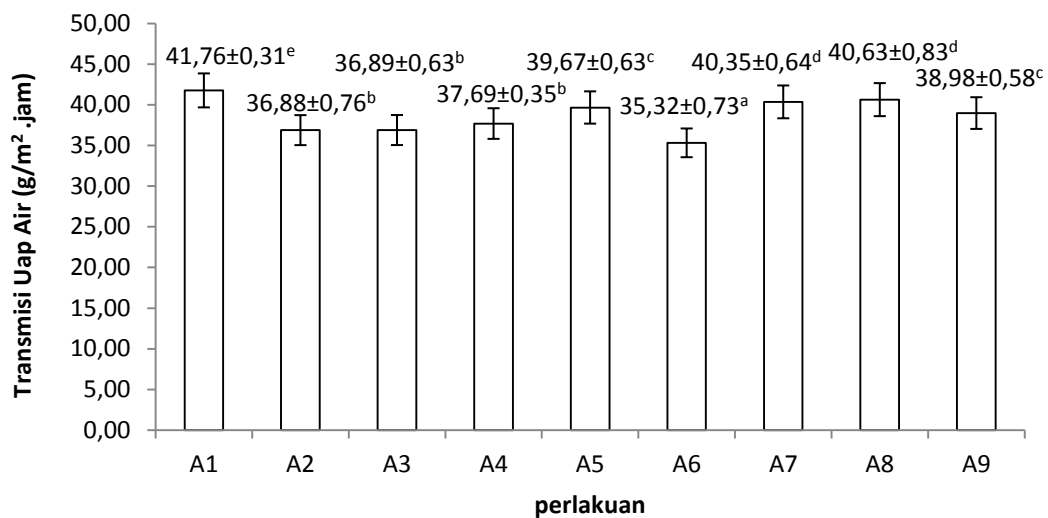
**Gambar 9.** Ketebalan *Edible Film* Penelitian Pendahuluan

Gambar 9 menunjukkan hasil pengujian ketebalan *edible film* pada penelitian pendahuluan menunjukkan nilai ketebalan terbaik terdapat pada perlakuan A6 dengan konsentrasi perbandingan 2:1:1 (1% *Eucheuma cottonii*: 0,5% *Eucheuma spinosum*: 0,5% *Sargassum critaeifolium*) sebesar 53 µm. Nilai ini lebih besar apabila dibandingkan dengan penelitian Paula *et al.* (2015) mengenai pengaruh konsentrasi kappa karaginan, iota karaginan dan alginat yaitu sebesar 30 µm. Berdasarkan penelitian Pascall dan Lin (2013) bahwa nilai ketebalan *edible film* yang dapat digunakan membungkus produk berkisar 50-250 µm. Semakin meningkatnya konsentrasi *Eucheuma cottonii*, dan semakin rendah konsentrasi *Sargassum critaeifolium* maka nilai ketebalan semakin menurun. Hal ini diduga karena peningkatan konsentrasi *Eucheuma cottonii* akan meningkatkan jumlah ion kalium sehingga ketika terjadi ikatan antar gugus hidroksil yang membentuk rantai *double helix*, maka kalium akan mengikat gugus sulfat yang bermuatan negatif yang menurunkan sifat hidrofilitas dan menyebabkan *film* semakin tipis. Selain itu konsentrasi *Sargassum critaeifolium*

akan berpengaruh terhadap total padatan yang terbentuk dalam matrik *edible film*. Penelitian Kusumawati dan Widya (2013) menunjukkan bahwa konsentrasi bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *edible film*, akan meningkatkan total padatan pada *edible film* setelah proses pengeringan, sehingga akan menghasilkan *film* yang semakin tebal. Selain itu berdasarkan penelitian dari Haq *et al.* (2016) dan Murni *et al.* (2013) ketebalan *edible film* selain dipengaruhi oleh komponen penyusun, juga dipengaruhi oleh luas plat cetakan dan volume suspensi *film* yang dicetak. Nilai ketebalan berpengaruh terhadap transmisi uap air, semakin tinggi ketebalan *edible film* maka semakin tinggi kemampuannya dalam menghambat transfer uap air yang berpengaruh terhadap daya simpan, namun bila terlalu tebal akan berpengaruh terhadap penampakan *edible film* yang dihasilkan (Sara 2015).

#### 4.2.2.3 Transmisi Uap Air

Analisa sidik ragam antara pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap hasil transmisi uap air *edible film* menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ). Pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap karakteristik *edible film* dapat dilihat pada gambar 10.



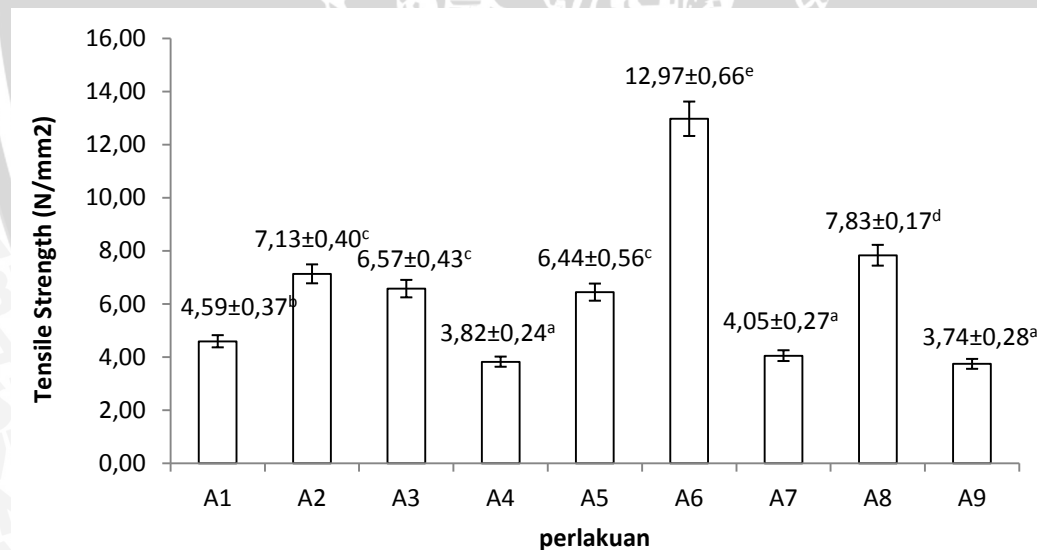
**Gambar 10.** Transmisi Uap Air *Edible Film* Penelitian Pendahuluan

Gambar 10 menunjukkan hasil pengujian transmisi uap air *edible film* pada penelitian pendahuluan perlakuan A6 dengan konsentrasi perbandingan 2:1:1 (1% *Eucheuma cottonii*: 0,5% *Eucheuma spinosum*: 0,5% *Sargassum critaefolium*) memiliki ketahanan terhadap air terbaik dibandingkan dengan konsentrasi perlakuan lainnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai transmisi uap air yang paling kecil yaitu sebesar 35,32 g/m<sup>2</sup>.jam. Berdasarkan JIS (*Japanese Industrial Standard*) nilai maksimal transmisi uap air adalah 10 g/m<sup>2</sup>.jam, sehingga nilai transmisi uap pada penelitian ini tidak memberikan pengaruh yang nyata dalam menahan laju transmisi uap air. Hal tersebut diduga karena peningkatan *Eucheuma cottonii* yang menurunkan hidrofilitas tidak berpengaruh terhadap laju transmisi uap air, juga karena adanya *Eucheuma spinosum* yang jumlah gugus sulfatnya lebih tinggi sehingga membuat struktur kurang kompak serta *Sargassum critaefolium* dan gliserol yang bersifat hidrofilik akan memperluas daerah permukaan matrik pembentuk *film*. Berdasarkan Paula *et al.* (2015) kappa karaginan memiliki sifat yang kurang hidrofilik daripada iota karaginan, hal ini disebabkan karena iota karaginan memiliki gugus sulfat yang lebih banyak daripada kappa karaginan sehingga lebih hidrofilik. Hal ini

mengakibatkan pembentukan struktur yang kurang kompak dengan difusivitas air yang lebih tinggi meningkatkan laju transmisi uap air. Laju transmisi uap air menurut pendapat Mc Hugh dan Krochta (1994) dipengaruhi oleh sifat kimia dan struktur bahan pembentuk, konsentrasi *plasticizer* dan kondisi lingkungan seperti kelembaban dan temperatur serta adanya penambahan komponen hidrofilik pada *edible film* sehingga menyebabkan uap air mudah melewatinya.

#### 4.2.2.4 Tensile Strength

Analisa sidik ragam antara pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap hasil *tensile strength edible film* menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ). Pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap karakteristik *edible film* dapat dilihat pada gambar 11.



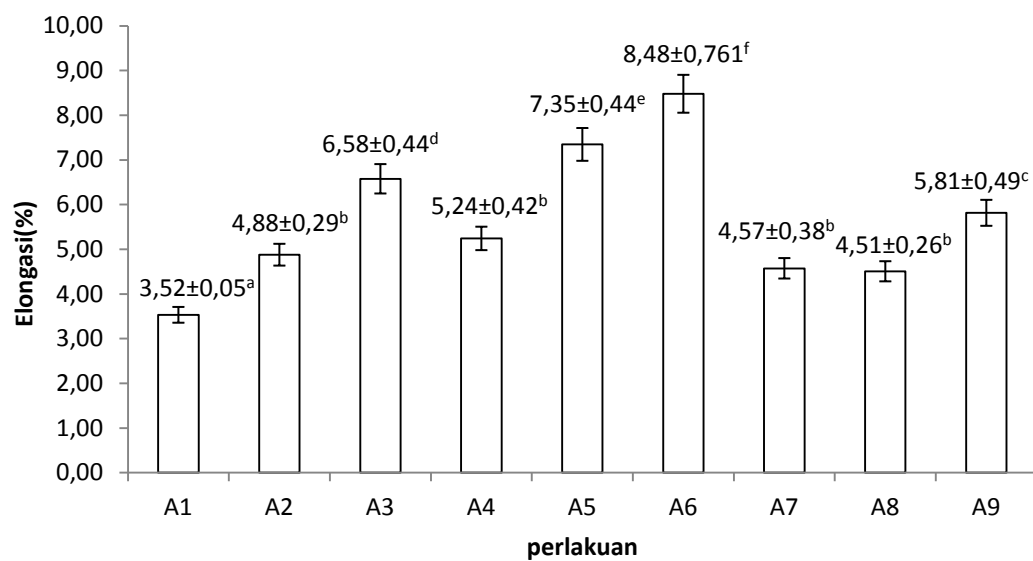
**Gambar 11.** Tensile Strength Edible Film Penelitian Pendahuluan

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian *tensile strength edible film* pada penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa perlakuan A6 dengan konsentrasi perbandingan 2:1:1 (1% *Eucheuma cottonii*: 0,5% *Eucheuma spinosum*: 0,5% *Sargassum critaefolium*) memiliki nilai kekuatan renggang putus tertinggi

dibandingkan yang lainnya. Nilai kuat renggang tersebut yaitu sebesar 12,97 N/mm<sup>2</sup>. Nilai *tensile strength* pada penelitian ini sesuai dengan standard Akili (2012) bahwa nilai *tensile strength* yang dapat digunakan sebagai pengemas bahan pangan berkisar antara 10 hingga 100 N/mm<sup>2</sup>. Semakin tinggi konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* serta semakin rendah *Sargassum critaefolium* yang digunakan, maka nilai *tensile strength* pada *edible film* semakin meningkat. Hal ini diduga karena pengaruh penambahan konsentrasi *Eucheuma cottonii* akan meningkatkan jumlah ion kalium sehingga ketika terjadi ikatan antar gugus hidroksil yang membentuk rantai *double helix*, maka kation kalium akan mengikat gugus sulfat yang bermuatan negatif yang menyebabkan matriks yang terbentuk menjadi lebih kuat dan kompak, sehingga untuk memutuskan *film* tersebut dibutuhkan gaya yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Handito (2011) bahwa peningkatan konsentrasi bahan dapat meningkatkan interaksi antar molekul bahan dengan gliserol pada matriks *film*. Semakin meningkatnya konsentrasi bahan maka air mampu diikat oleh gugus hidroksil sehingga membentuk matrik yang kuat. Berdasarkan penelitian dari diova *et al.* (2013) menyatakan bahwa nilai *tensile strength* berbanding terbalik dengan nilai *elongasi* dimana semakin tinggi *tensile strength* maka nilai *elongasi* akan menurun.

#### 4.2.2.5 Elongasi

Analisa sidik ragam antara pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap hasil *elongasi edible film* menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ). Pengaruh perbedaan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap karakteristik *edible film* dapat dilihat pada gambar 12.



**Gambar 12.** Elongasi Edible Film Penelitian Pendahuluan

Gambar 12 menunjukkan hasil pengujian *elongasi* pada penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa nilai *elongasi* terbaik terdapat pada perlakuan A6 dengan konsentrasi perbandingan 2:1:1 (1% *Eucheuma cottonii*: 0,5% *Eucheuma spinosum*: 0,5% *Sargassum critaefolium*) sebesar 8,48%. Berdasarkan penelitian Paula *et al.* (2015) menghasilkan nilai *elongasi* sebesar 3,47% pada *edible film* yang terbuat dari campuran kappa karaginan, iota karaginan dan alginat (66,67%: 16,67%: 16,67%). Maka nilai *elongasi* pada penelitian ini lebih tinggi. Nilai *elongasi* cenderung tinggi apabila konsentrasi *E.cottonii* dan *E.spiniosum* semakin meningkat dan konsentrasi *Sargassum critaefolium* semakin menurun. Hal ini diduga karena penggunaan campuran konsentrasi bahan yang bersifat hidrofilik dengan proses pembuatan *edible film* dalam bentuk sol menghasilkan matriks gel yang mampu mengikat air sehingga meningkatkan nilai dari *elongasi*. *Elongasi* menurut Herliany *et al.*(2013) Selain dipengaruhi oleh konsentrasi, juga dipengaruhi oleh jenis bahan dasar,campuran, serta pelarut yang digunakan. Ditambahkan oleh Yulianti dan Ginting (2012) bahwa semakin tinggi kemampuan bahan dalam mengikat air maka akan meningkatkan matriks gel sehingga akan meningkatkan persentase

nilai *elongasi* dan *tensile strength*. Serta semakin besar nilai pemanjangan, maka semakin baik *edible film* karena lebih elastis dan tidak mudah sobek.

### 4.3 Penelitian Utama

Analisis karakteristik pengujian *edible film* pada penelitian utama meliputi analisa pengujian ketebalan, analisa *tensile strength*, analisa transmisi uap air, analisa kadar air, analisa kelarutan air dan analisa viabilitas. Berdasarkan hasil ANOVA dan uji lanjut Duncan menggunakan spss 16,0. Hasil uji kualitas *edible film* dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. hasil uji karakteristik *edible film* dengan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda.

Perlakuan	Kadar Air (%)	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )	Transmisi Uap Air ( $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{Jam}$ )	<i>Tensile Strength</i> ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	<i>Elongasi</i> (%)	Kelarutan Air (%)	Total BAL (log cfu/g)
A1	19,94 $\pm$ 0,88 <sup>b</sup>	48,98 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>	13,83 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>	4,43 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	2,43 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	68,19 $\pm$ 0,29 <sup>b</sup>	8,00 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
A2	16,40 $\pm$ 0,84 <sup>a</sup>	50,97 $\pm$ 0,79 <sup>b</sup>	18,47 $\pm$ 0,59 <sup>b</sup>	7,72 $\pm$ 0,38 <sup>f</sup>	4,99 $\pm$ 0,21 <sup>d</sup>	68,16 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	8,46 $\pm$ 0,18 <sup>c</sup>
A3	23,24 $\pm$ 0,92 <sup>d</sup>	70,85 $\pm$ 0,60 <sup>e</sup>	24,55 $\pm$ 0,45 <sup>c</sup>	5,21 $\pm$ 0,14 <sup>d</sup>	4,65 $\pm$ 0,38 <sup>c</sup>	68,47 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>	8,28 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>
A4	23,55 $\pm$ 0,51 <sup>d</sup>	67,92 $\pm$ 0,46 <sup>d</sup>	18,62 $\pm$ 0,50 <sup>b</sup>	3,39 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	3,43 $\pm$ 0,23 <sup>b</sup>	68,81 $\pm$ 0,20 <sup>c</sup>	8,42 $\pm$ 0,11 <sup>c</sup>
A5	21,86 $\pm$ 0,53 <sup>c</sup>	65,02 $\pm$ 0,69 <sup>c</sup>	22,36 $\pm$ 0,47 <sup>c</sup>	5,89 $\pm$ 0,17 <sup>e</sup>	4,39 $\pm$ 0,29 <sup>c</sup>	68,43 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>	8,20 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>
A6	21,25 $\pm$ 0,88 <sup>c</sup>	70,24 $\pm$ 0,92 <sup>e</sup>	24,09 $\pm$ 0,37 <sup>d</sup>	4,77 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>	4,31 $\pm$ 0,23 <sup>c</sup>	67,77 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	8,23 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil uji kadar air terbaik terdapat pada perlakuan A2 yaitu 16,40%. Hasil uji ketebalan terbaik pada perlakuan A2 sebesar 50,97  $\mu\text{m}$ . Hasil uji transmisi uap air terbaik pada perlakuan A1 yaitu 13,83  $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{jam}$ . Hasil uji *tensile strength* terbaik terdapat pada perlakuan A2 yaitu 7,72  $\text{N}/\text{mm}^2$ . Hasil uji *elongasi* terbaik pada perlakuan A2 yaitu 4,99%. Hasil uji Kelarutan terbaik pada perlakuan A4 yaitu 68,81%. Hasil uji total BAL pada perlakuan A2 yaitu 8,46 log cfu/g.

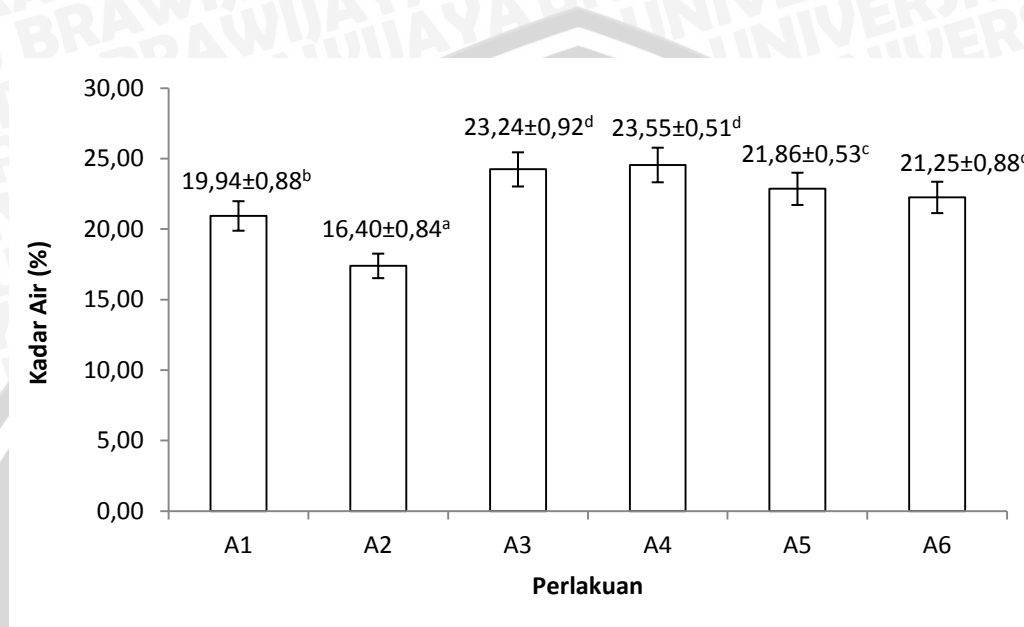
#### 4.3.1 Hasil Analisa Pengujian *Edible Film*

##### 4.3.1.1 Kadar Air

Analisis sidik ragam Analisis sidik ragam pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas edible film berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap kadar air menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus acidophilus* yang



berbeda memberikan pengaruh sangat nyata ( $P < 0,05$ ). Pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaeefolium* dapat dilihat pada gambar 13.



**Gambar 13.** Kadar Air *Edible Film* Penelitian Utama

Gambar 13 menunjukkan bahwa nilai kadar air pada *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaeefolium* dengan konsentrasi penambahan kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus* berkisar antara 16,40% - 23,55%. Hal ini sesuai dengan penelitian Bauza *et al.* (2015), nilai kadar air *edible film* dari WPI dengan penambahan kultur bakteri *Lactobacillus plantarum* berkisar antara 16%-26%. Nilai kadar air pada penelitian ini tidak stabil, namun mengalami penurunan seiring dengan penambahan kultur bakteri. Hal ini diduga karena peningkatan konsentrasi kultur bakteri akan meningkatkan jumlah padatan sehingga meningkatkan sifat gelasi yang berpengaruh terhadap penurunan jumlah pembentukan polimer dan viskositas pada matrik pembentuk *edible film*. Hal ini sesuai dengan pendapat Bauza *et al.* (2015) bahwa konsentrasi meningkatnya kultur akan meningkatkan jumlah

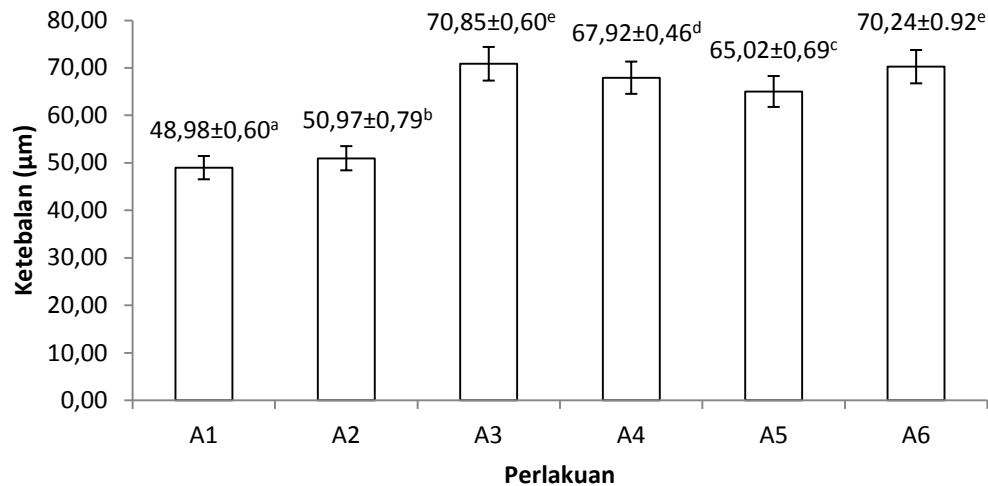
padatan sehingga kurang dapat menahan air dalam *matriks edible film*, ditambahkan oleh Kanmani dan Lim (2013) meningkatkan gelasi akan menurunkan nilai kadar air karena terjadi interaksi antar rantai polimer yang dapat mendorong penurunan ketersediaan gugus hidroksil dan menyebabkan berkurangnya interaksi antar polimer dan air melalui ikatan hidrogen.

Perlakuan terbaik dalam pengujian kadar air *edible film* yaitu pada perlakuan A2 dengan konsentrasi penambahan *L.acidophilus* 6% dengan nilai 16,40%. Nilai kadar air hasil dari penelitian ini mengalami penurunan bila dibandingkan dengan kontrol yaitu sebesar 16,49%. Hal ini sesuai dengan penelitian Gonzales *et al.* (2013) bahwa nilai kadar air pada NaCaS, PP, HPMC, dan MC mengalami penurunan setelah penambahan kultur bakteri *L.plantarum*. Hal ini diduga karena perbedaan sifat jenis pelarut yang berpengaruh terhadap jumlah padatan terlarut. Berdasarkan penelitian Diova *et al.* (2013) tinggi rendahnya kadar air akan berpengaruh terhadap ketahanan suatu *edible film*, dimana Suryaningrum *et al.* (2010) menambahkan *edible film* dengan kadar air tinggi akan mudah mengalami kerusakan mikrobiologis, serta semakin rendah nilai kadar air dalam *edible film* maka akan meningkatkan proses polimerisasi sehingga membentuk struktur *film* yang baik.

#### 4.3.1.2 Ketebalan

Analisis sidik ragam Analisis sidik ragam pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap Ketebalan dapat dilihat pada Lampiran. Hasil analisa data menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus acidophilus* berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film*

berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada gambar 14.



**Gambar 14.** Ketebalan *Edible Film* Penelitian Utama

Gambar 14 menunjukkan bahwa ketebalan pada penelitian ini berkisar antara 48,98-70,85 µm. Berdasarkan penelitian Pascall dan Lin (2013) bahwa nilai ketebalan *edible film* yang dapat digunakan membungkus produk berkisar 50-250 µm, maka nilai ketebalan pada penelitian ini sudah memenuhi standar. Menurut Yulianti dan Ginting (2012), semakin tebal nilai *edible film* maka kemampuannya untuk menghambat laju transmisi gas dan uap air akan semakin tinggi, sehingga daya simpan produk akan semakin lama. Namun bila *film* terlalu tebal akan berpengaruh terhadap kenampakan, rasa dan tekstur produk saat dimakan.

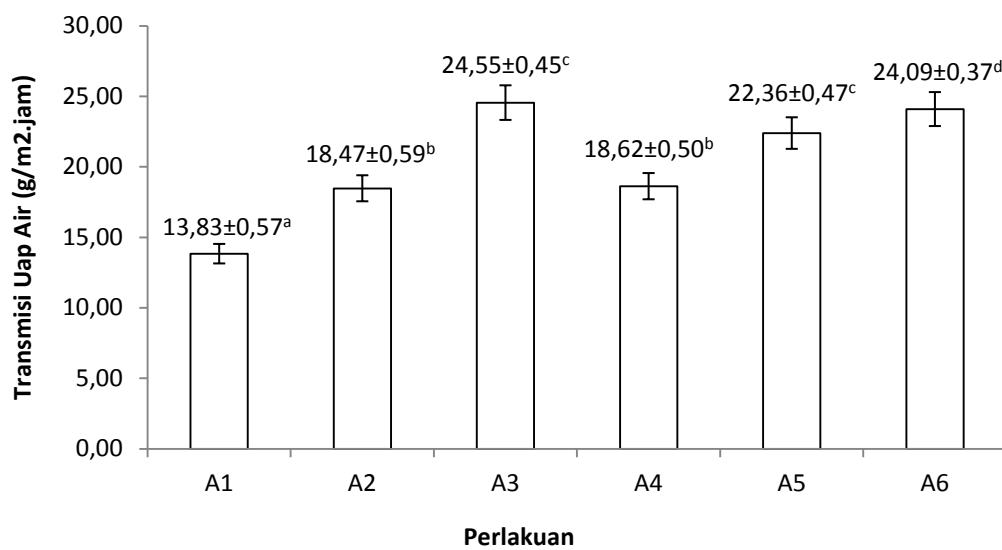
Nilai ketebalan pada penelitian ini kurang stabil, tetapi cenderung meningkat pada setiap konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus*. Hal ini diduga karena semakin meningkatnya konsentrasi kultur *L.acidophilus* akan mempengaruhi interaksi antar bahan. Berdasarkan Bauza *et al.*(2015) komponen dalam kultur bakteri *L.rhamnosus* yang berinteraksi dengan *whey* dan *kasein* protein, akan melemahkan interaksi yang terjadi antar protein-protein yang

membentuk jaringan tiga dimensi yang mudah menyerap air, selain itu juga adanya gugus gula dalam kultur yang bersifat hidrofilik dapat melemahkan interaksi polimer serta mengikat air dalam jaringan sehingga meningkatkan nilai ketebalan.

Perlakuan terbaik dalam pengujian ketebalan *edible film* yaitu pada perlakuan A2 dengan konsentrasi penambahan *L.acidophilus* 6% sebesar 50,82  $\mu\text{m}$ . Nilai ketebalan ini bila dibandingkan dengan kontrol (53  $\mu\text{m}$ ) memiliki nilai yang rendah. Hal ini diduga karena tidak rata permukaan plat pencetak dan jumlah padatan penyusun *edible film*. Hal ini sesuai pendapat Salgado *et al.* (2015) dan Handito (2011) bahwa nilai ketebalan pada *edible film* dapat dipengaruhi oleh jenis plat pencetak, ukuran plat pencetak, jenis polimer dan padatan terlarut.

#### 4.3.1.3 Transmisi Uap Air

Analisis sidik ragam Analisis sidik ragam pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap kadar air dapat dilihat pada lampiran. Hasil analisa data menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus acidophilus* berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada gambar 15.



**Gambar 15.** Transmisi Uap Air *Edible Film* Penelitian Utama

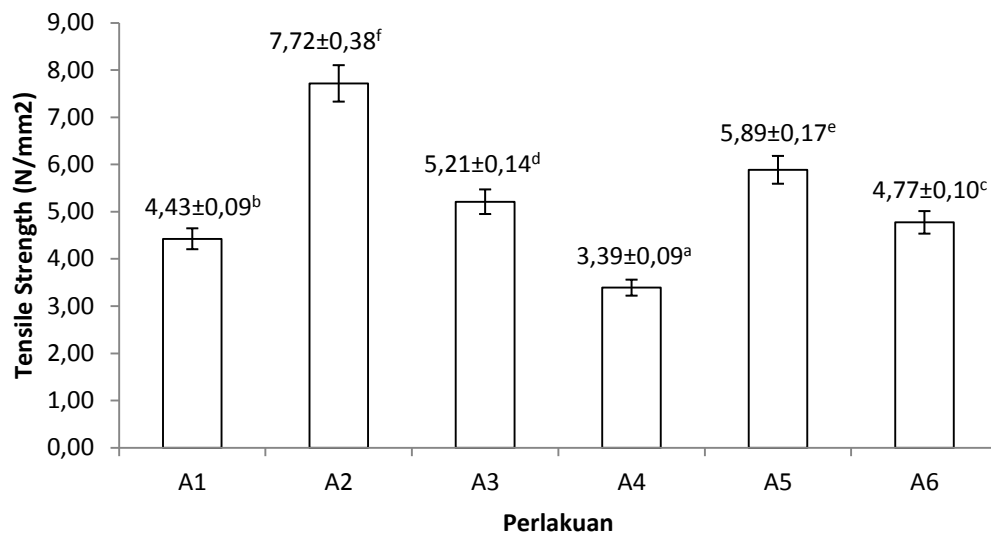
Gambar 15 menunjukkan bahwa transmisi uap air pada penelitian ini tidak stabil namun cenderung mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus*. Hal ini berdasarkan Souza *et al.* (2010), Kanmani dan Lim (2013), dan Soukoulis *et al.* (2016) menjelaskan bahwa nilai transmisi uap air dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kelarutan, integritas matrik *film*, sifat hidrofobik, sifat hidrofilik, difusi, bentuk *amorf*, ketebalan, mobilitas fungsional polimer, interaksi antar molekul, jenis *plasticizer* dan pembentukan struktur. Peningkatan nilai ini diduga karena banyaknya rongga yang terbentuk akibat interaksi bahan yang bersifat hidrofilik dengan kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus*. Berdasarkan Bauza *et al.* (2015) nilai transmisi uap air akan menghasilkan sedikit rongga apabila jumlah penambahan kultur *Lactobacillus acidophilus* semakin sedikit sehingga interaksi antar polimer semakin meningkat dalam struktur penyusun *edible film*.

Nilai transmisi uap air yang mendekati nilai standart JIS (*Japanese Industrial Standart*) (1975), yaitu maksimum 7 g/m<sup>2</sup>.jam adalah pada perlakuan A1 dengan konsentrasi penambahan *L.acidophilus* 5% sebesar 13,83 g/m<sup>2</sup>.jam. Nilai transmisi uap air ini bila dibandingkan dengan kontrol (35,32 g/m<sup>2</sup>.jam) memiliki

nilai yang lebih rendah. Penurunan nilai ini diduga karena penambahan kultur bakteri *L.acidophilus* berpengaruh terhadap pembentukan matrik dalam *film* akibat terhambatnya pembentukan polimer. Kanmani dan Lim (2013) menyatakan bahwa sel probiotik dapat menghambat mobilisasi pembentukan polimer sebagai partikel yang terputus-putus. Sedangkan peningkatan nilai transmisi uap air diduga dipengaruhi oleh semakin meningkatnya total padatan terlarut karena kandungan sulfat yang ada pada sol rumput laut. Menurut Pebrianata (2005) pembentukan gel pada karaginan merupakan proses pengendapan yang melibatkan ikatan ionik antara kation logam dengan muatan negatif dari gugus ester sulfat. Apabila gugus ester sulfat lebih banyak, maka sulfat tersebut akan berikatan dengan air. Oleh karena itu, apabila jumlah sulfat dalam karaginan tinggi maka akan terbentuk struktur yang banyak menyerap air.

#### 4.3.1.4 Tensile Strength

Analisis sidik ragam pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap *tensile strength* dapat dilihat pada lampiran. Hasil analisa data menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus acidophilus* pada tiap perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ). Penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap *tensile strength* dapat dilihat pada gambar 16.



**Gambar 16.** Tensile Strength Edible Film Penelitian Utama

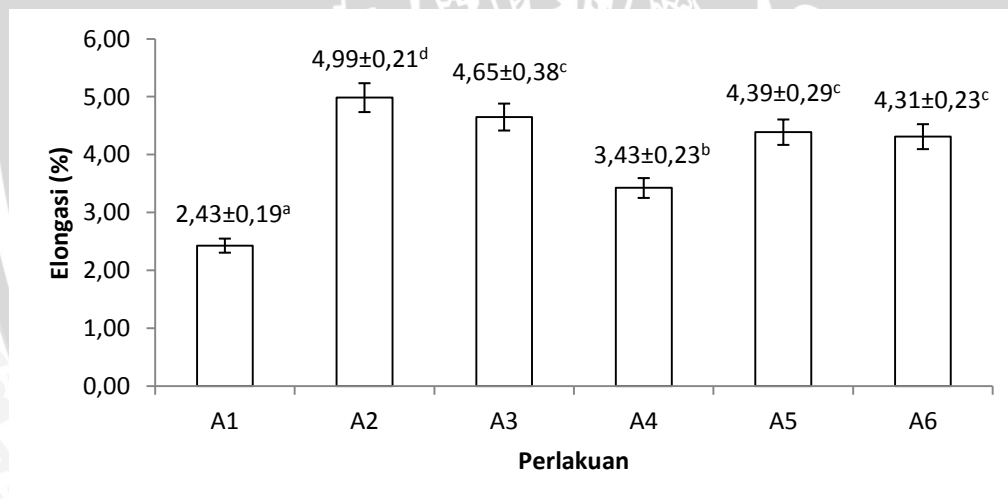
Gambar 16 menunjukkan bahwa *tensile strength* pada penelitian ini berkisar antara 3,39-7,72 N/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan *Japanese Industrial Standart (JIS) (1975)* nilai kuat tarik minimal adalah 0.005 N/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan penelitian Pereira *et al.* (2016), nilai *tensile strength* pada *edible film* dari *whey protein* dengan penambahan bakteri *Bifidobacterium* dan *L.casei* berkisar antara 0,610-0,777 N/mm<sup>2</sup>. Menurut Yulianti dan Ginting (2012), semakin tinggi nilai kuat tarik maka, kekuatan *film* untuk menahan tekanan dan tarikan semakin tinggi. Maka *tensile strength* yang paling tinggi pada penelitian ini adalah perlakuan A2 sebesar 7,72 N/mm<sup>2</sup>.

Nilai *tensile strength* pada penelitian ini apabila dibandingkan dengan nilai kontrol (12,97 N/mm<sup>2</sup>) mengalami penurunan. Hal ini diduga karena pengaruh penambahan konsentrasi kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus*. Berdasarkan penelitian Ramos *et al.* (2012), Kanmani dan Lim (2013) dan Pereira *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa penggabungan atau penambahan kultur bakteri probiotik akan mengakibatkan penurunan nilai dari parameter *tensile strength*. Hal ini diduga karena menurunnya proses polimerisasi akibat banyaknya partikel air yang harus diikat oleh gugus hidrosil. Berdasarkan pendapat Estiningtyas

(2010) dan Kasfillah (2013) bahwa *edible film* dengan *tensile strength* tinggi dapat melindungi produk yang dikemas dari gangguan mekanis dengan baik.

#### 4.3.1.5 Elongasi

Analisis sidik ragam pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap *elongasi* dapat dilihat pada lampiran. Hasil analisa data menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus acidophilus* pada tiap perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ). penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap *elongasi* dapat dilihat pada gambar 17.



**Gambar 17.** Elongasi Edible Film Penelitian Utama

Gambar 17 menunjukkan bahwa nilai *elongasi* pada penelitian ini berkisar 2,43-4,99%. Berdasarkan penelitian Piermaria *et al.* (2015) nilai *elongasi* pada film kefiran berkisar antara 4% - 18,6%. Berdasarkan *Japanese Industrial Standart* (JIS) (1975) nilai *elongasi* minimal adalah 70%, maka nilai *elongasi* pada penelitian ini relatif kecil dan perlakuan yang paling mendekati nilai standart *edible film* adalah perlakuan A2 dengan nilai *elongasi* sebesar 4,99%.

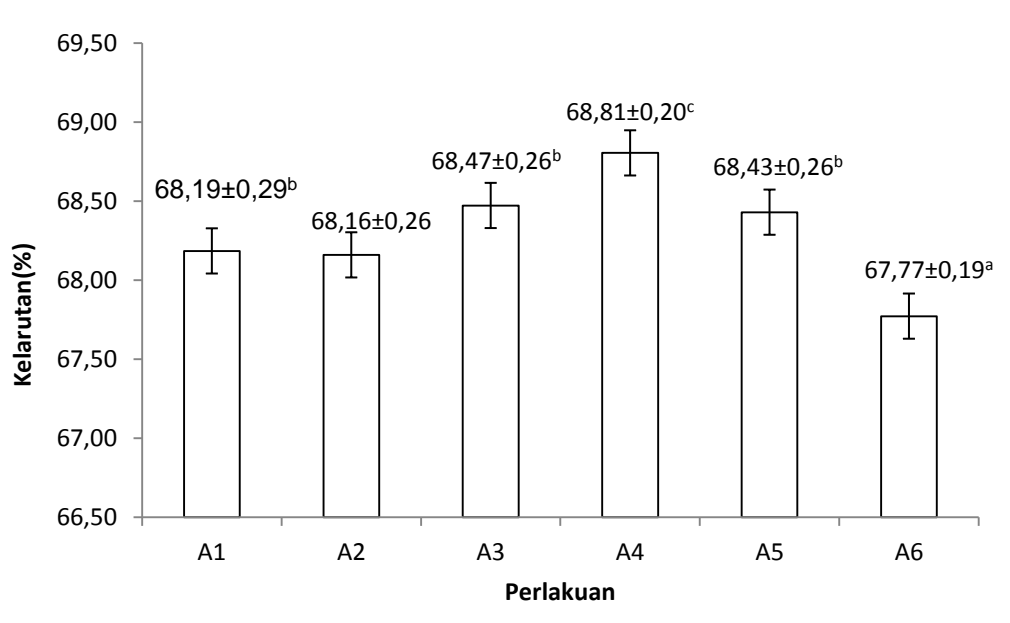


Menurut Yulianti dan Ginting (2012), semakin tinggi nilai pemanjangan maka kualitas *edible* semakin baik, karena *film* akan lebih elastis dan tidak mudah sobek, ditambahkan Kasfillah (2013) bahwa nilai elongasi dan *tensile strength* berbanding terbalik, dimana apabila nilai *tensile strength* meningkat maka nilai elongasi menurun dan sebaliknya.

Nilai *elongasi* pada penelitian ini apabila dibandingkan dengan nilai kontrol (8,48%) mengalami penurunan. Hal ini diduga karena pengaruh penambahan konsentrasi kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus*. Berdasarkan Piermaria *et al.* (2015) adanya bakteri *Lactobacillus* akan menurunkan nilai *elongasi* karena bertambahnya jumlah padatan yang meningkatkan nilai ketebalan. Selain itu meskipun ada penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dalam *film* tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *elongasi*. Ditambahkan Warkoyo *et al.* (2014), sifat *edible film* dipengaruhi oleh komponen penyusun utama dan tambahan, baik jenis maupun kadarnya. Semakin banyak bahan padatan yang ditambahkan maka akan menurunkan sifat plastis *film* dan persen pemanjangan dari *edible film*.

#### 4.3.1.6 Kelarutan Air

Analisis sidik ragam pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap kelarutan air dapat dilihat pada lampiran. Hasil analisa data menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus acidophilus* pada tiap perlakuan berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum critaefolium* terhadap kelarutan air dapat dilihat pada gambar 18.



**Gambar 18.** Kelarutan *Edible Film* Penelitian Utama

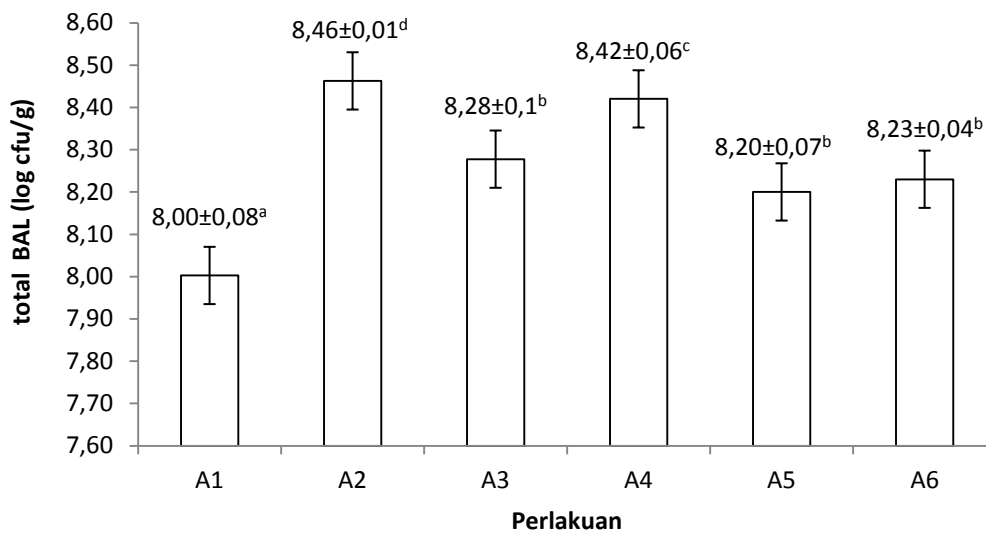
Gambar 18 menunjukkan bahwa nilai kelarutan *edible film* pada penelitian ini berkisar antara 67,77%-68,81%. Berdasarkan penelitian Bauza *et al.*(2015) nilai kelarutan tertinggi dengan penambahan kultur bakteri *L.plantarum* pada *edible film* berbahan *whey protein* sebesar 72% dan *edible film* berbahan *calcium caseinate* sebesar 83%. Maka nilai kelarutan dalam penelitian ini lebih kecil. Semakin meningkatnya persentase nilai kelarutan *film* menunjukkan bahwa *edible film* semakin mudah untuk dikonsumsi.

Pada penelitian ini menunjukkan nilai kelarutan tidak berbeda nyata dan tidak stabil pada tiap perlakuan. Hal ini diduga karena penggunaan bahan yang bersifat hidrofilik serta dengan adanya penambahan konsentrasi kultur bakteri *L.acidophilus* yang berbeda akan berpengaruh terhadap ikatan antar polimer dalam struktur penyusun *edible film*. Berdasarkan Akili *et al.* (2012), Ghasemlou *et al.* (2011) dan Dick *et al.* (2015) bahwa sifat *edible film* dari bahan yang bersifat hidrofilik akan meningkatkan nilai kelarutan dengan mengurangi interaksi antar molekul biopolimer dengan membuat air masuk kedalam matriks polimer yang memperbesar jarak antar rantai. Ditambahkan Bauza *et al.* (2015) bahwa

peningkatan nilai kelarutan merupakan bukti melemahnya interaksi antar polimer akibat perubahan konfigurasi rantai setelah penambahan kultur bakteri. Soradech *et al.* (2012) melaporkan bahwa tingginya polaritas pada bahan komposit penyusun *edible film* akan banyak mengikat air. Kanmani dan Lim (2013) menyatakan bahwa nilai kelarutan *edible film* berkaitan dengan difusi air, ionisasi gugus hidroksil dan karboksil, relaksasi ikatan antar polimer, dan disosiasi antar ion dan hidrogen. Dick *et al.* (2015) menyatakan bahwa nilai kelarutan bergantung pada tujuan dari penggunaan *film*.

#### 4.3.1.7 Total BAL (Bakteri Asam Laktat)

Analisis sidik ragam pengaruh penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap total BAL dapat dilihat pada lampiran. Hasil analisa data menunjukkan bahwa penambahan *Lactobacillus acidophilus* pada tiap perlakuan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap total BAL dapat dilihat pada gambar 19.



**Gambar 19.** Total BAL Edible Film Penelitian Utama

Gambar 19 menunjukkan bahwa *Total BAL edible film* pada penelitian ini berkisar antara 8,00-8,46 log cfu/g. Berdasarkan penelitian Soukoulis *et al.* (2016) bahwa nilai total *plate count edible film* dengan penambahan bakteri *L.rhamnosus* sebesar 0,71-0,75 log cfu/g, Maka nilai total BAL *edible film* pada penelitian ini lebih tinggi. Hal ini diduga karena bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* bersifat hidrokoloid dapat menjadi substrat bagi pertumbuhan *Lactobacillus*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Firdaus *et al* (2014) bahwa penggunaan *Eucheuma cottonii* yang menghasilkan kappa karaginan berfungsi sebagai pengenkapsulat *Lactobacillus acidophilus* dengan mempertahankan viabilitas agar tetap memberikan efek fungsional. Selain itu ditambahkan oleh Pereira *et al.* (2016) adanya penambahan gliserol dalam *film* berfungsi melindungi viabilitas sel probiotik dengan menyediakan nutrisi pada sel-sel dan mengurangi potensi *redoks*. Nilai TPC terbaik terdapat pada perlakuan A2 sebesar 8,46 log cfu/g dan perlakuan A4 sebesar 8,42 log cfu/g.

#### 4.4 Perlakuan Terpilih

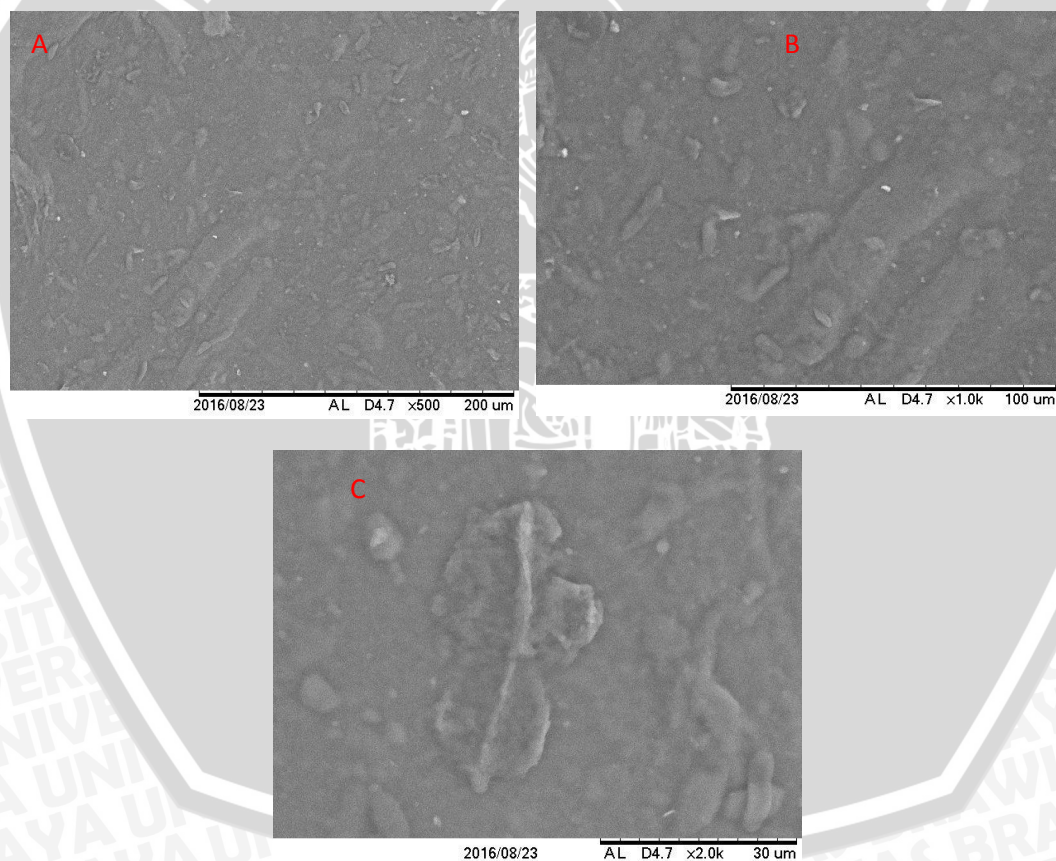
Penentuan perlakuan terpilih didapatkan dari hasil analisa kualitas *edible film* secara kimia, fisika, dan mikrobiologi dari penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* yang berbeda. Parameter perlakuan terpilih terdiri dari 7 parameter, yaitu kadar air, ketebalan, transmisi uap air, *elongasi*, *tensile strength*, kelarutan dan total BAL.

Perlakuan terpilih pada penelitian *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda yaitu ; uji kadar air terpilih sebesar 16,40% pada perlakuan A2 dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus* 6%. Uji Ketebalan sebesar 50,97  $\mu\text{m}$  pada perlakuan A2 dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus* 6%. Uji transmisi uap air sebesar 13,83  $\text{g/m}^2\cdot\text{jam}$  pada perlakuan A1 dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus* 5%. Uji *tensile strength* sebesar 7,72  $\text{N/mm}^2$  pada perlakuan A2 dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus* 6%. Uji *elongasi* sebesar 4,99% pada perlakuan A2 dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus* 6%. Uji kelarutan sebesar 68,81% pada perlakuan A4 dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus* 8%. Serta uji total BAL terdapat pada perlakuan A2 sebesar 8,46 log cfu/g dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus* 6%.

Berdasarkan hasil analisa pengujian terhadap kualitas *edible film*, perlakuan yang cenderung memiliki nilai terbaik paling banyak pada masing-masing pengujian adalah pada perlakuan A2 dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus* 6%.

#### 4.5 Analisis Permukaan *edible film* dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari Hasil Perlakuan Terpilih

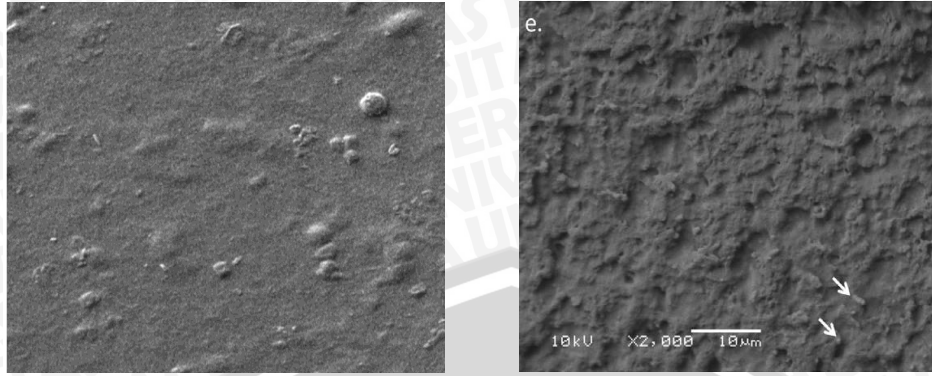
Analisa SEM (*Scanning Electronic Microscope*) pada *edible film* bertujuan untuk mengetahui mikrostruktur dari *edible film*. menurut Zaidar *et al.*, (2013), uji SEM dilakukan untuk melihat komabilitas campuran bahan penyusun serta menunjukkan morfologi permukaan dari *film*. hasil *edible film* dari perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan A2 kemudian dilakukan pengujian struktur dengan SEM. Analisa morfologi *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus* pada gambar 20.



**Gambar 20** mikrostruktur *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus* konsentrasi 6% (A) perbesaran 500X, (B) Perbesaran 1000X (C) perbesaran 2000X

Hasil analisa morfologi menunjukkan permukaan *film* yang kasar, tidak rata dan tidak kompak. Hal ini diduga karena adanya pencampuran bahan yang kurang homogen dan adanya unsur garam dalam *edible film* dari *Sargassum critaefolium* yang berpengaruh terhadap struktur pembentuk *edible film*. Hal ini sesuai dengan pendapat Paula *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa adanya garam akan mempengaruhi tingkat gelasi, karena garam akan merusak rantai *helix* sehingga menurunkan tingkat gelasi. Selain itu adanya penambahan kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus* yang melemahkan ikatan polimer pada pembentuk *helix*.

Gambar 18 berdasarkan hasil uji SEM oleh Paula *et al.* (2015) mengenai kombinasi bahan dengan komposisi kappa karaginan-iota karaginan-alginat (1:1:1) terlihat bahwa permukaan struktur molekul *edible film* berbahan campuran dengan proporsi yang sama menghasilkan morfologi yang tidak kompak dan tidak seragam. Hal ini diduga karena penambahan iota karaginan yang terkontaminasi oleh garam. adanya garam akan mempengaruhi tingkat gelasi, karena garam akan merusak rantai *helix* sehingga menurunkan tingkat gelasi. Sedangkan berdasarkan penelitian Pereira *et al.* (2016) mengenai hasil uji SEM *film whey protein isolate* dengan penambahan bakteri *B. Animalis* dan *L.casei* tidak memberikan perubahan yang nyata terhadap pembentukan struktur *film*. Namun penggabungan sel bakteri dalam matrik *film* dapat mempertahankan viabilitas dari sel bakteri. Morfologi dari *film* ini terbentuk tidak seragam dan membentuk struktur yang retikuler. Adapun hasil dari penelitian Pereira *et al.* (2016) dan Paula *et al.* (2015) dapat dilihat pada gambar 21.



**Gambar 21.** Literatur pembandingan SEM (1) lota karaginan:kappa karaginan:alginat (1:1:1) perbesaran 2000X paula *et al.* (2015), (2) *edible film L.casei* perbesaran 2000X Pereira *et al.* (2016).





## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Penggunaan penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik mikrobiologis, kimia, dan fisika *edible film*. Penggunaan perbandingan konsentrasi yang terpilih yaitu pada perlakuan A2 dengan konsentrasi penambahan *Lactobacillus acidophilus* 6%. Hasil nilai seperti berikut uji kadar air sebesar 16,40%, ketebalan 50,97  $\mu\text{m}$ , transmisi uap air 18,47  $\text{g/m}^2\cdot\text{jam}$ , *tensile strength* 7,72  $\text{N/mm}^2$ , *elongasi* 4,99 %, kelarutan 68,16 % dan *total BAL* 8,46 log cfu/g.

### 4.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah perlu adanya penambahan komponen lain seperti lemak yang bersifat hidrofobik untuk memperbaiki nilai transmisi uap dalam *edible film* berbahan rumput laut segar campuran *Eucheuma cottoni*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, L. 2010. *Probiotik Basis Ilmiah, Aplikasi dan Aspek Praktis*. Widya Pandjajaran. Bandung
- Akili, M.S., Ahmad U., Suyatma N.E. 2012. Karakteristik Edible Film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*. 26(1): 39-46.
- Alkan, D dan Ahmet Y. 2015. Potential Application of Natural Phenolic Antimicrobials and Edible Film Technology Against Bacterial Plant Pathogens. *Journal Food Hydrocolloids*. 55: 1-10.
- Amiluddin, N.M. 2007. Kajian Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappahycus alvarezii* yang terkena Penyakit Ice-Ice di Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu. *Tesis*. Institut Petanian Bogor. Bogor.
- Anam, C., Sirojudin., dan Sofjan F. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Jurnal ISSN Berkala Fisika*. 10(1): 79-85.
- Anggadiredja, T., Zalnika, A., Purwoto, H., dan Istini, S. 2010. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Antoniou, J., Fei L., Hamid M., Haroon J Q., Fang Z. 2014. Physicochemical and Thermomechanical Characterization of Tara Gum Edible Film: Effect of Polyols as Plasticizers. *Journal Carbohydrate Polymers*. 14: 359-365.
- Asfar, N. W. 2015. Uji Toksisitas Akut Alga Coklat (*Sargassum sp*) Terhadap Mencit (*Mus musculus*). *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi. UNHAS. Makassar.
- Astawan, M., dan Tita A., 2003. Pengaruh Jenis Larutan Perendam serta Metode Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Gelatin dari Kulit Cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 14(1): 61-69.
- AOAC.1995. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station. Washington.
- Bauza, S.C.B., Lopez, E.M., Palou E., Malo A.L. 2015. Antimicrobial Activity and Physical Properties of Protein Film added with Cell- Free Supernatant of *Lactobacillus rhamnosus*. *Journal Food Control*. 62: 44-51.
- Chiumarelli, M., Miriam D.H. 2013. Evaluation of Edible Films and Coatings Formulated with Cassava Starch, Glycerol, Carnauba Wax and Stearic Acid. *Journal Food Hydrocolloids*. 38: 20-27.
- Dick, M., Tania M.H.C., Ahmed G., Muriel S., Alessandro D. O. R., Simone H. F. 2015. *Edible film* Production from Chia Seed Mucilage: Effect of Glycerol Concentration on Its Physicochemical and Mechanical Properties. *Journal Carbohydrate Polymers*. 130: 198-205.

- Diharmi, A. 2016. Karakteristik Fisiko Kimia Karaginan Rumput Laut Merah *Eucheuma spinosum* dari Perairan Nusa Penida, Sumenep, dan Takalar. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Distantina, Sperisa., Rochmadi., Wiranti, dan Fahrurrozi. 2012. Mekanisme Proses Tahap Ekstraksi Karaginan dari *Eucheuma cottonii* Menggunakan Pelarut Alkali. *Journal of Marine Research*. 2(1):127-133.
- Diova, D.A., Darmanto Y.S dan Rianingsih A. 2013. Karakteristik Edible Film Komposit Semi Refined Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan Beeswax. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 2(3): 1-10.
- Estaningtyas, H. R. 2010. Aplikasi Edible Film Maizena dengan Penambahan Ekstrak Jahe sebagai Antioksidan Alami pada Coating Sosis Sapi. *Skripsi*. Fakultas Petanian. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Fatma., R. Malaka dan M. taufik. 2015. Pengaruh Variasi Persentase Gliserol sebagai Plasticizer Terhadap Sifat Mekanik Edible Film dari Kombinasi Whey Dangke dan Agar. *Prosiding*. Fakultas Perternakan. UNHAS: Makassar.
- Farnani, Y. H., N. Cokrowati dan N. Farida. 2011. Pengaruh Kedalaman Tanam Terhadap Pertumbuhan *Eucheuma spinosum* pada Budidaya dengan Metode Rawai. *Jurnal Kelautan*. 6(1): 75-86.
- Firdaus, M., Setijawati, D dan Kartikaningsih. 2014. The Effect of *Lactobacillus acidophilus* Microcapsule which Encapsulated by Kappa Carageenan Toward In Vivo Functional Test. *Journal of Life Science*. 1(1): 2355-9926.
- Galus, S dan Justyna K. 2015. Food Applications of Emulsion-Based Edible Films and Coatings. *Journal Trend in Food Science*. 45: 273-283.
- Ghasemlou, M., Khodaiyan F., Oromehie A., Yarmand M.S. 2011. Development and Characterization of a New Biodegradable Edible Film Made from Kefiran, an Exopolysaccharide Obtained from Kefir Grains. *Journal Food Chemistry*. 127: 1496-1502.
- Gonzales L.S., Saavedra J.I.V., Chiralt A. 2013. Physical Properties and Antilisterial Activity of Bioactive Edible Films Containing *Lactobacillus plantarum*. *Journal Food Hydrocolloids*. 33: 92-98.
- Harmely, F., C Deviarny dan W. S. Yenni. 2014. Formulasi dan Evaluasi Sediaan Edible Film dari Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum americanum L*) sebagai Penyegar Mulut. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*. 1(1): 38-47.
- Handayani, R. C. 2015. Kajian Aktivitas Antidiabetes Nori Kominasi Daun Pegagan (*Centella asiatica*) dan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) pada Mencit yang diinduksi Aloksan. *Skripsi*. Fakultas Petanian. Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Handito, D. 2011. Pengaruh Konsentrasi Karaginan terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film. *Jurnal Agroeksos*. 21(2-3): 151-157.

- Hardoko. 2008. Pengaruh Konsumsi Gel dan Larutan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Terhadap Hiperkolesterolemia Darah Tikus Wistar. *Jurnal Teknik dan Industri Pangan*. 19(2): 97-104.
- Haq,M.A., Hasnain A., Jafri F.A., Akbar M.F., Adnan K. 2016. Characterization of Edible Gum Cordia Film: Effect of Beeswax. *Journal Food Science and Technology*. 55: 674-680.
- Herawan, C.D dan Fransiska W.M. 2015. Sintesis Edible Film dari Pati Kulit Pisang dengan Penambahan Lilin Lebah (Beeswax). *Indonesian Journal of Chemical Science*. 4(2): 148-151.
- Herliany, N.E., Santoso, J dan Ella S. 2013. Karakteristik Biofilm Berbahan Dasar Karaginan. *Jurnal IPB*. 4(1): 10-20.
- Husni, A., D. Ariani dan Budhiyanti S. A. 2015. Aktivitas Antioksidan dan Tingkat Penerimaan Konsumen pada Minuman Instan yang dipercaya dengan Ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Agritech*. 35 (4): 108-118.
- Idawati., D. Setyawati., Nurhaida dan F. Diba. 2012. Kualitas Papan Komposit Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jaco*) dan Limbah Plastik Polipropilena berbagai Variasi Rasio dan Penambahan Maleic Anhidrid. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan. Universitas Tanhjungpura. Pontianak.
- Indriyawati, N. 2015. Senyawa Fenolik dan Alginat dari Ganggang Coklat *Sargassacear* Indo-Pasifik: Ekstraksi, Pemurnian, Kuantifikasi dan Aktivitas Senyawanya. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015*. UNDIP. Semarang.
- Istiqomah. 2015. Karakteristik Fisik dan Mekanik Edible Plastic Komposisi Whey Protein CMC dengan Penambahan Ekstrak Teh Hijau. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember. Jember.
- Kafrani, E.T., Shekarchizadeh H., Behadi M.M. 2015. Development of Edible Films and Coating from Alginates and Carageenans. 2015. *Journal Carbohydrate Polymers*.137: 360-374.
- Kanmani P dan Lim S.T. 2013. Development and Characterization of Novel Probiotic-Residing Pullulan/ Starch Edible Films. 2013. *Journal Food Chemistry*. 141: 1041-1049.
- Kannan, S. 2014. FTIR and EDS Analysis of the Seaweeds *Sargassum wightii* and *Glaciralia corticata*. *Journal Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(4): 341-351.
- Kasfillah. 2013. Karakterisasi *Edible Film* dari Pati Biji Nangka dan Agar-Agar sebagai Pembungkus Jenang. *Skripsi*. Jurusan Kimia. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Khalid, S. E dan N.W. Busu. 2014. Starch-Based Edible Film and Coating from Local *Pachyrhizus erosus*. *Jurnal Teknologi*. 77(31): 51-54.

- Khasanah, U. 2013. Analisis Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut *Eucheuma cottonii* diperairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Kholisoh, G. 2016. Uji Viabilitas Enkapsulasi *Lactobacillus casei* menggunakan Matriks Kappa Karaginan Terhadap Simulasi Cairan Asam Lambung. *Skripsi*. Program Studi Farmasi Jakarta. Jakarta.
- Krisna, D. D. A. 2011. Pengaruh Regelatinisasi dan Modifikasi Hidrotermal Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut Terhadap Sifat Fisik *Edible Film* dan Pati Kacang Merah (*Vigna angularis sp*). *Tesis*. Program Studi Magister Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kusumawati, D.H dan Widya D.R.P. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Pati Jagung yang diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*.1(1): 90-100.
- Lacey, A.M., M.E. Lopez., J.G.Estaca., M.C.G. Guillen dan P. Montero. 2012. Functionality of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* Incorporated to Edible Coatings and Films. *Journal Innovative Food Science and Emerging Technology*.16: 277-282.
- Mahmudin, I. 2015. Efek Anti Pendarahan Alga Coklat (*Sargassum sp* dan *Padina sp*) pada Luka Potong Ekor Mencit (*Mus musculus*) (Pilot Study). *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi. UNHAS. Makassar.
- Manin, F. 2010. Potensi *Lactobacillus acidophilus* dari Saluran Pencernaan Ayam Buras Asal Lahan Gambut sebagai Sumber Probiotik. *Jurnal Ilmiah Ilmu Peternakan*.13(5): 221-228.
- Manuhara, G.D., Praseptiangga, D., R. A Riyanto. 2015. Extraction and Characteization of Refined K- carrageenan of Red Algae *Kappaphycus alvarezii* ( Doty ex P.C.Silva, 1996) Originated from Karimun Jawa Islands. *Aquatic Procedia*. 7: 106-111.
- Messaoudi, S., Manai, M., Kergourlay, G., Prevost, H., Connil, N., Chobert, J. M. 2013. *Lactobacillus salivarius*: Bacteriocin and Probiotic Activity. *Journal of Food Microbiology*. 36(2): 296-304.
- Mc Hugh, T.H and Krochta, 1994. Permeability Properties of Edible Film, dalam Khrochta, J. M., E. A. Baldwin and M.O. Nisperos- Carriedo, Edible Coating and Film to Improve Food Quality, Technomic Pulb. Co.Inc., Lancaster, Basel.
- Murdinah., Muhamad D., dan Dina F. 2007. Karakteristik Edible Film dari Komposit Alginat , Gluten dan Lilin Lebah (*Beeswax*). *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 2(1):19–26.
- Murdinah. 2011. Prospek Pengembangan Produk Berbasis Rumput Laut *Eucheuma spinosum* dari Nusa Penida, Bali. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2011*. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Jakarta. Jakarta.

- Murni, S. W., H. Pawignyo.,D Widyawati dan N. Sari. 2013. Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (*Zea may*) dan Kitosan. *Prosiding Seminar Nasional*. Teknik Kimia. UPN. Yogyakarta.
- Namvar, Farideh., Mohammed S., Fard S.G., Behravan J., Mustaphia N.M., Alitheen N.B., Fauziah O. 2012. Polyphenol-Rich Seaweed (*Euचेuma cottonii*) Extract Suppresses Breast Tumour Via Hormone Modulation and Apoptosis Induction. *Journal Food Chemistry*.130: 376-382.
- Nawaekasari, M. 2012. Efek Senyawa Polifenol Ekstrak Biji Kakao (*Theobroma cacao*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Lactobacillus acidophilus*. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi. UNEJ. Jember.
- Ningsih, S. H. 2015. Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Campuran Whey dan Agar. *Skripsi*. Fakultas peternakan. UNHAS: Makassar.
- Pan, H., Bo J., Jie C dan Zhengyu J. 2014. Blend Modification of Soy Protein/Lauric Acid Edible Films Using Polysaccharides. *Journal Food Chemistry*. 151: 1-6.
- Paula, G.A., Benevides N.M.B., Cunha A. P., Oliveira A.V., Pinto A.M.B., Morais J.P.S., Azeredo H.M.C. 2015. Development and Characterization of Edible Films from Mixtures of K-Carrageenan, I-Carrageenan, and Alginate. *Journal Food Hydrocolloids*. 47: 140-145.
- Pascall, M A., dan Lin S. 2013. The Application of Edible Film Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. *Journal Food Process Technology*. 4(2):1-2.
- Pebrianata, E. 2005. Pengaruh Pencampuran Kappa dan Iota Karaginan Terhadap Kekuatan Gel dan Visikositas Karaginan Campuran. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pereira, J.O., Soares J., Sousa S., Madureira A.R., Gomes A., Pintado M. 2016. Edible Films as Carrier for Lactic Acid Bacteria. *Journal LWT- Food Science and Technology*. 73: 543-550.
- Perez, L.M., Piccirilli G.N., Delorenzi N.J., Verdini R.A. 2015. Effect of Different Combinations of Glycerol and/or Trehalose on Physical and Structural Properties of Whey Protein Concentrate-Based Edible Films. *Journal Food Hydrocolloids*. 56: 352-359.
- Piermaria, J., Diosma, G., Aquino A, Garrote G., Abraham A. 2015. Edible Kefiran Films as Vehicle for Probiotic Microorganisms. *Journal Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 32: 193-199.
- Prasetyaningrum, A., Nur R., Deti, N.K., dan Fransiska D.N.W. 2010. Karakterisasi Bioactive Edible Film dari Komposit Makanan Biodegradable. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Diponegoro. Semarang.

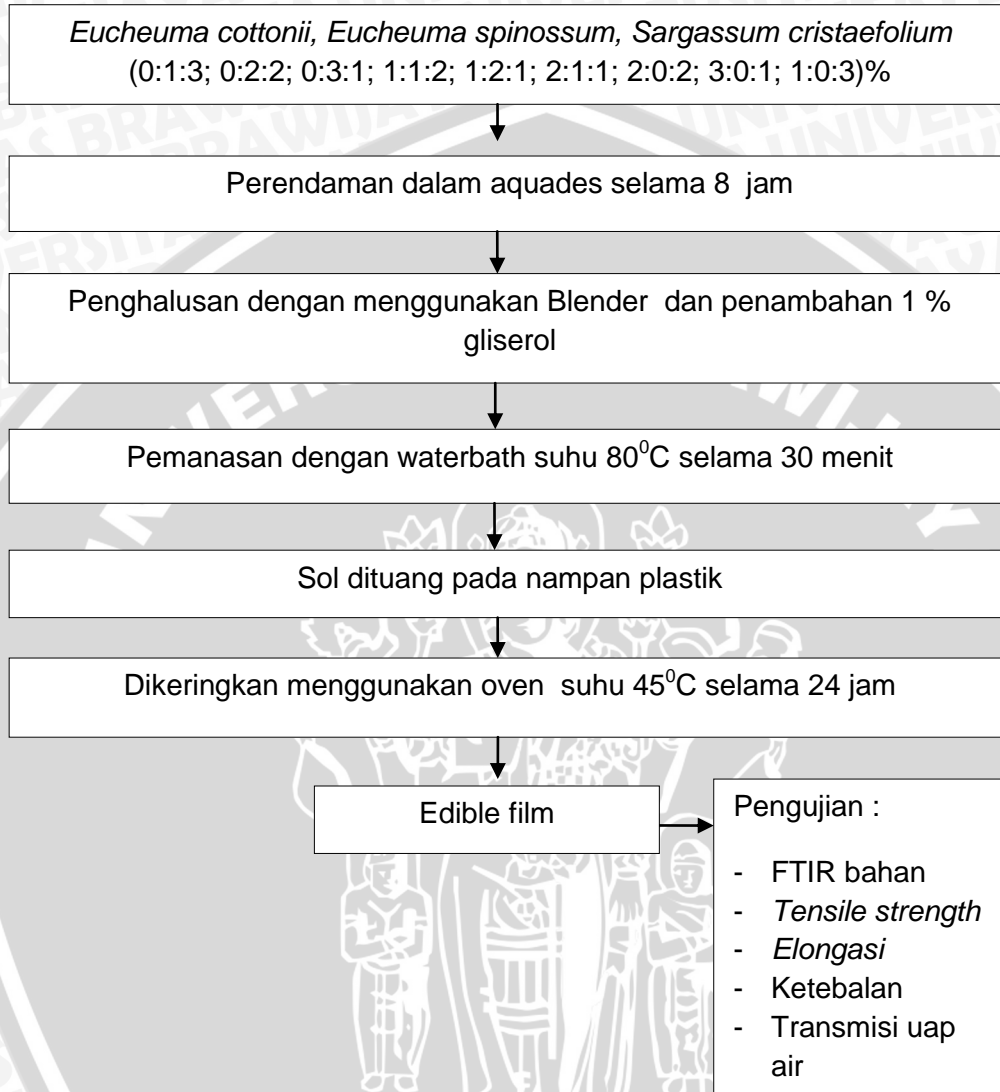
- Prasetyowati, C.J.A., dan Agustiawan, D. 2008. Pembuatan Tepung Karaginan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Berdasarkan Perbedaan Metode Pengendapan. *Jurnal Teknik Kimia*. 15(2); 27-33.
- Puspawati, S., Wagiman., Ainuri M., Nugraha D.A., Haslianti. 2015. The Production of Bioethanol Fermentation Substrate from *Eucheuma cottonii* Seaweed Through Hydrolysis by Cellulose Enzyme. *Journal Agriculture Science Procedia*. 3: 200-205.
- Putri, N. K. 2011. Rumput Laut (*Eucheuma spinosum* (Linnaeus) J Agar) sebagai Sumber Serat Pangan Tak Larut pada Nugget Ayam. *Skripsi*. Fakultas Farmasi. USU. Medan.
- Rachmayanti, W.P., dan Kusumo, E. 2015. Karakterisasi Antimicrobial Film dari Ekstrak Kedelai dan Tapioka sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 4(3): 184-188.
- Radhiyatullah, A., Indriani, N dan Ginting. 2015. Pengaruh Berat Pati dan Volume Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(3): 35-39
- Ramasenderan, N. 2011. Gambaran Kualitatif Bakteri Probiotik (*Lactobacillus sp*) dalam Susu Fermentasi. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran. USU. Medan.
- Ramos O.L., Reinas I., Sara I., Silva., Fernandes C., Miguel A., Pereira R.N., Vicente A., Pocas M.F., Pintado M.E., Malcata F.X. 2012. Effect of Whey Protein Purity and Glycerol Content Upon Physical Properties of Edible Films Manufactured Therefrom. *Journal Food Hydrocolloids*. 30: 110-122.
- Razavi, S.M., Amini A.M., Zahedi Y. 2015. Characterisation of a New Biodegradable Edible Film Based on Sage Seed Gum: Influence of Plasticizer Type and Concentration. *Journal Food Hydrocolloids*. 43: 290-298.
- Rimadianti, N. 2007. Karakteristik Edible Film dari Isinglass dengan Penambahan Sorbitol sebagai Plasticizer. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Salgado, P.R., Ortiz C.M., Musso Y.S., Giorgio L., Mauri A.N. 2015. Edible Film and Coating Containing Bioactives. *Journal Food Science*. 5: 86-92.
- Santacruz, S., Rivadeneira C., Castro M. 2015. Edible Films Based on Starch and Chitosan. Effect of Starch Source and Concentration, Plasticizer, Surfactant's Hydrophobic Tail and Mechanical Treatment. *Journal Food Hydrocolloids*. 49: 89-94.
- Sara, N. E. 2015. Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Whey Dangke dan Agar dengan Penambahan Konsentrasi Sorbitol. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Universitas Hassanudin. Makassar.
- Sastrosupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Bidang Pertanian*. Kanisius: Yogyakarta.

- Selpiana., J.F. Riansya dan K. Yordan. 2015. Pembuatan Plastik Biodegradable dari Tepung Nasi Aking. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Sriwijaya. Medan.
- Sinaga, L.L., Rejekina, M.S. dan Sinaga, M.S. 2013. Karakteristik Edible Film dari Ekstrak Kacang Kedelai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(4):12–16.
- SNI. 2006. *Cara Uji Mikrobiologi Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Soenardjo, N. 2011. Aplikasi Budidaya Rumput Laut *Euचेuma cottonii* (Weber van Bosse) dengan Metode Jaring Lepas Dasar (Net Bag) Model Cidaun. *Jurnal Universitas Diponegoro*. 1: 36-44.
- Soukoulis C., Singh P., Macnaughtan W., Parmenter C. 2016. Compositional and Physicochemical Factors Governing the Viability of *Lactobacillus rhmnosus* GG Embedded in Starch-Protein Based Edible Films. *Journal Food Hydrocolloids*. 52(2016): 876-887.
- Souza, S., Gomes, A. M., Pintado, M. M., Malcata, F. X., Silva, J. P., Sousa, J. M. 2010. Encapsulation of Probiotic Strains in Plain or Cysteine-Supplemented Alginate Improves Viability at Storage Below Freezing Temperatures. *Journal Engineering in Life Sciences*. 12(4): 457-465.
- Sudarmadji, S., Haryono, B dan Suhardi. 2003. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Sudaryati H.P., Mulyani S.T. and Hansyah, E.R. 2010. Physical and Mechanical Properties of Edible Film from Porang (*Amorphopallus oncophyllus*) Flour and Carboxymethyl-Cellulose. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(3): 196-201.
- Suryaningrum, Theresia D., Ijah M., dan Evi T. 2010. Profil Sensori dan Nilai Gizi Beberapa Jenis Ikan Patin Dan Hibrid Nasutus. *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 5(2): 36-43.
- Syachroni. 2014. Pengaruh Kombinasi Starter Kultur *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus* Terhadap Karakteristik Mikrobiologis dan Kimiawi pada Minuman Fermentasi. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. UNHAS: Makasar.
- Syarifuddin, A dan Yunianta. 2015. Karakteristik Edible Film dari Pektin Albedo Jeruk Bali dan Pati Garut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4): 1538-1547.
- Ulfah M. 2009. Pemanfaatan Iota Karaginan (*Euचेuma spinosum*) dan Kappa Karaginan (*Kappaphycus alvarezii*) sebagai Sumber Serat untuk Meningkatkan Kekenyalan Mie Kering. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Usmiati, S., W. Broto dan H. Setiyanto. 2011. Karakteristik Dadih Susu Sapi yang Menggunakan Starter Bakteri Probiotik. *Skripsi*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor. Bogor.

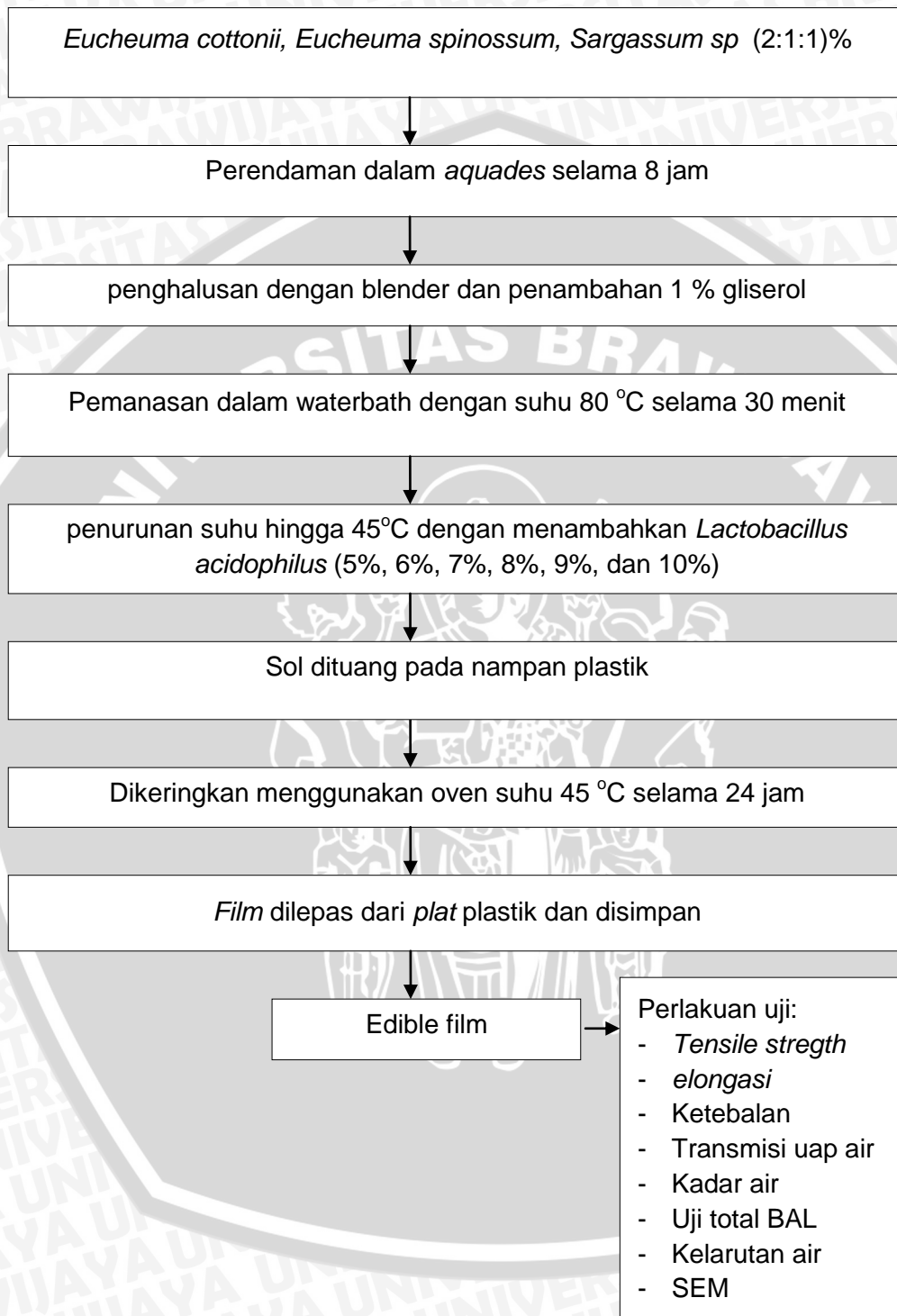


- Wan, J., C. Liu., W. Liu., Zongcai T., W. Wu dan H. Tan. 2015. Optimization of Instant Edible Films Based on Dietary Fiber Processed with Dynamic High Pressure Microfluidization for Barrier Properties and Water Solubility. *Journal Food Science and Technology*. 60(1): 603-608.
- Warkoyo., Budi R., Djagal W. M., dan Joko N. W. K. 2014. Sifat Fisik, Mekanik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi. *Jurnal agritech*. 34(1): 72–81.
- Wibowo, L dan. Fitriyani, E. 2012. Pengolahan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) menjadi Serbuk Minuman Instan. *Jurnal Jurusan Ilmu Perikanan dan Kelautan Pontianak*. 8(2): 101-109.
- Wildana, A. A., M.N Djide dan T. Harianto. 2016. Biosorpsi Logam Cd menggunakan *Lactobacillus acidophilus*. *Skripsi*. Teknik Sipil. UNHAS. Makassar.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wulanningrum, R dan Rachmad, A. 2012. Pengenalan Rumput Laut menggunakan Euclidean Distance Berbasis Estraksi Fitur. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012*. Yogyakarta.
- Yulianti, R dan Ginting, E. 2012. Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film dari Umbi-umbian yang dibuat dengan Penambahan Plasticizer. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 3(2): 131-135.
- Zailanie, K., Susanto T dan Simon B.W. 2001. Ekstraksi dan Pemurnian Alginat *Sargassum filipendula* Kajian dari Bagian Tanaman, Lama Ekstraksi dan Konsentrasi Isopropanol. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(1):10-27.
- Zaidar, E. Rumodang B., Alvian Z., Sri T.R.S., Dwi L.A. 2013. Pembuatan *Edible Film* Dari Campuran Tepung Rumput Laut (*Eucheuma sp*), dengan Gliserol Dan Kitosan. *Prosiding Seminar FMIPA Universitas Lampung*. 1(1): 125-130.
- Zulferiyenni., Marniza., dan Erli N.S. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Tapioka Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Berbasis Ampas Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*.19(3): 257-273.

**Lampiran 1** Skema Kerja Pembuatan *Edible Film* dari *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* pada Penelitian Pendahuluan



**Lampiran 2** Skema Kerja Pembuatan *Edible Film* dari Rumput Laut Segar (sol) pada Penelitian Utama dengan Penambahan Probiotik



**Lampiran 3** Analisa (ANOVA) *Edible Film* Campuran *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan *Sargassum cristaefolium* Pada Penelitian Pendahuluan

1. Analisis Ragam (ANOVA) Kadar Air (%) Pada Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rerata	standar deviasi
	I	II	III			
A1(0:1:3)	23,26	22,41	21,59	67,26	22,42	0,84
A2(0:2:2)	19,31	18,53	17,82	55,66	18,55	0,75
A3(0:3:1)	21,01	19,97	19,37	60,35	20,12	0,83
A4(1:1:2)	21,94	22,21	20,97	65,12	21,71	0,65
A5(1:2:1)	20,32	19,37	18,72	58,41	19,47	0,80
A6(2:1:1)	16,90	17,13	15,45	49,48	16,49	0,91
A7(2:0:2)	18,07	17,65	17,07	52,78	17,59	0,50
A8(3:0:1)	21,16	20,42	22,10	63,67	21,22	0,84
A9(1:0:3)	20,07	18,99	19,53	58,59	19,53	0,54
Total	182,02	176,68	172,62	464,07	154,69	

**Perlakuan**

**Case Processing Summary**

	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil kadar air dalam satuan %	A1	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A2	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A3	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A4	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A5	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A6	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A7	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A8	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A9	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

**Tests of Normality**

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil kadar air dalam satuan %	A1	.176	3	.	1.000	3	.980
	A2	.179	3	.	.999	3	.948
	A3	.237	3	.	.977	3	.706
	A4	.304	3	.	.907	3	.408
	A5	.216	3	.	.988	3	.793
	A6	.337	3	.	.854	3	.251
	A7	.209	3	.	.992	3	.824
	A8	.198	3	.	.995	3	.869
	A9	.175	3	.	1.000	3	1.000

**Descriptive**

Hasil kadar air dalam satuan %

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	3	22.4200	.83504	.48211	20.3456	24.4944	21.59	23.26
A2	3	18.5533	.74527	.43028	16.7020	20.4047	17.82	19.31
A3	3	20.1167	.82978	.47907	18.0554	22.1780	19.37	21.01
A4	3	21.7070	.65311	.37708	20.0846	23.3294	20.97	22.21
A5	3	19.4683	.80321	.46374	17.4730	21.4636	18.72	20.32
A6	3	16.4930	.91114	.52604	14.2296	18.7564	15.45	17.13
A7	3	17.5967	.50213	.28990	16.3493	18.8440	17.07	18.07
A8	3	21.2267	.84198	.48612	19.1351	23.3183	20.42	22.10
A9	3	19.5300	.54000	.31177	18.1886	20.8714	18.99	20.07
Total	27	19.6791	1.96401	.37797	18.9021	20.4560	15.45	23.26

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil kadar air dalam satuan %

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.266	8	18	.969

**ANOVA**

Hasil kadar air dalam satuan %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	90.099	8	11.262	19.891	.000
Within Groups	10.192	18	.566		
Total	100.291	26			

**Post Hoc Tests**

Hasil kadar air dalam satuan % (Duncan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
6	3	16.4930					
7	3	17.5967	17.5967				
2	3		18.5533	18.5533			
5	3			19.4683	19.4683		
9	3			19.5300	19.5300		
3	3				20.1167	20.1167	
8	3					21.2267	21.2267
4	3						21.7070
1	3						22.4200
Sig.		.089	.137	.149	.331	.088	.081



2. Analisis Ragam (ANOVA) Ketebalan ( $\mu\text{m}$ ) Pada Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III			
A1	93,76	96,03	95,07	284,86	94,95	1,14
A2	64,80	67,67	66,97	199,43	66,48	1,49
A3	86,00	84,00	85,00	255,00	85,00	1,00
A4	72,85	75,03	74,37	222,25	74,08	1,12
A5	92,00	94,00	91,00	159,00	92,33	1,53
A6	54,00	53,00	52,00	159,00	53,00	1,00
A7	69,87	72,83	72,53	215,23	71,74	1,63
A8	79,20	80,03	78,73	237,97	79,32	0,66
A9	93,40	91,00	90,00	274,40	91,47	1,75
total	705,88	713,60	705,67	2125,14	708,38	1,14

Perlakuan

Case Processing Summary

	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil ketebalan dalam satuan $\mu\text{m}$	A1	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A2	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A3	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A4	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A5	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A6	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A7	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A8	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A9	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil ketebalan dalam satuan $\mu\text{m}$	A1	.207	3	.	.992	3	.830
	A2	.295	3	.	.920	3	.451
	A3	.175	3	.	1.000	3	1.000
	A4	.268	3	.	.951	3	.572
	A5	.253	3	.	.964	3	.637
	A6	.175	3	.	1.000	3	1.000
	A7	.352	3	.	.825	3	.176
	A8	.239	3	.	.975	3	.697
	A9	.272	3	.	.947	3	.554

**Descriptive**

Hasil ketebalan dalam satuan  $\mu\text{m}$

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	3	94.9533	1.13949	.65788	92.1227	97.7840	93.76	96.03
A2	3	66.4800	1.49643	.86396	62.7627	70.1973	64.80	67.67
A3	3	85.0000	1.00000	.57735	82.5159	87.4841	84.00	86.00
A4	3	74.0833	1.11791	.64543	71.3063	76.8604	72.85	75.03
A5	3	92.3333	1.52753	.88192	88.5388	96.1279	91.00	94.00
A6	3	53.0000	1.00000	.57735	50.5159	55.4841	52.00	54.00
A7	3	71.7433	1.62927	.94066	67.6960	75.7907	69.87	72.83
A8	3	79.3200	.65826	.38004	77.6848	80.9552	78.73	80.03
A9	3	91.4667	1.74738	1.00885	87.1259	95.8074	90.00	93.40
Total	27	78.7089	13.34225	2.56772	73.4309	83.9869	52.00	96.03

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil ketebalan dalam satuan  $\mu\text{m}$

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.741	8	18	.656

**ANOVA**

Hasil ketebalan dalam satuan  $\mu\text{m}$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4597.882	8	574.735	338.922	.000
Within Groups	30.524	18	1.696		
Total	4628.406	26			

**Post Hoc Tests**

Hasil ketebalan dalam satuan  $\mu\text{m}$  (Duncan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
A6	3	53.0000								
A2	3		66.4800							
A7	3			71.7433						
A4	3				74.0833					
A8	3					79.3200				
A3	3						85.0000			
A9	3							91.4667		
A5	3								92.3333	
A1	3									94.9533
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.426	1.000



3. Analisis Ragam (ANOVA) Transmisi Uap Air ( $\text{g/m}^2\cdot\text{Jam}$ ) Pada Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rerata	Standar deviasi
	I	II	III			
A1	42,08	41,76	41,46	125,29	41,76	0,31
A2	37,48	37,14	36,02	110,64	36,88	0,76
A3	36,29	36,83	37,54	110,67	36,89	0,63
A4	37,74	38,01	37,32	113,06	37,69	0,35
A5	40,33	39,07	39,58	118,99	39,67	0,63
A6	36,05	35,30	34,59	105,95	35,32	0,73
A7	40,32	41,01	39,73	121,06	40,35	0,64
A8	40,05	41,58	40,25	121,89	40,63	0,83
A9	39,65	38,57	38,71	116,93	38,98	0,58
Total	349,99	349,28	345,20	1044,47	348,16	0,31

**PERLAKUAN**

**Case Processing Summary**

	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil transmisi uap air dalam satuan $\text{g/m}^2\cdot\text{Jam}$	A1	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A2	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A3	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A4	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A5	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A6	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A7	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A8	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A9	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

**Tests of Normality**

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil transmisi uap air dalam satuan $\text{g/m}^2\cdot\text{Jam}$	A1	.177	3	.	1.000	3	.964
	A2	.300	3	.	.913	3	.429
	A3	.203	3	.	.994	3	.850
	A4	.224	3	.	.984	3	.762
	A5	.217	3	.	.988	3	.791
	A6	.177	3	.	1.000	3	.970
	A7	.187	3	.	.998	3	.914
	A8	.341	3	.	.846	3	.230
	A9	.342	3	.	.845	3	.228



**Descriptive**

Hasil transmisi uap air dalam satuan g/m<sup>2</sup>.Jam

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	3	41.7667	.31005	.17901	40.9965	42.5369	41.46	42.08
A2	3	36.8800	.76394	.44106	34.9823	38.7777	36.02	37.48
A3	3	36.8867	.62692	.36195	35.3293	38.4440	36.29	37.54
A4	3	37.6900	.34771	.20075	36.8262	38.5538	37.32	38.01
A5	3	39.6630	.63380	.36592	38.0886	41.2374	39.07	40.33
A6	3	35.3133	.73009	.42152	33.4997	37.1270	34.59	36.05
A7	3	40.3533	.64065	.36988	38.7619	41.9448	39.73	41.01
A8	3	40.6267	.83164	.48015	38.5607	42.6926	40.05	41.58
A9	3	38.9767	.58731	.33908	37.5177	40.4356	38.57	39.65
Total	27	38.6840	2.10289	.40470	37.8522	39.5159	34.59	42.08

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil transmisi uap air dalam satuan g/m<sup>2</sup>.Jam

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.643	8	18	.732

**ANOVA**

Hasil transmisi uap air dalam satuan g/m<sup>2</sup>.Jam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	107.825	8	13.478	33.927	.000
Within Groups	7.151	18	.397		
Total	114.976	26			

**Post Hoc Tests**

Hasil transmisi uap air dalam satuan g/m<sup>2</sup>.Jam (Duncan)

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
6	3	35.3133				
2	3		36.8800			
3	3		36.8867			
4	3		37.6900			
9	3			38.9767		
5	3			39.6630	39.6630	
7	3				40.3533	
8	3				40.6267	
1	3					41.7667
Sig.		1.000	.153	.199	.092	1.000



4. Analisis Ragam (ANOVA) *Tensile Strength* (N/mm<sup>2</sup>) Pada Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III			
A1	4,31	4,45	5,01	13,77	4,59	0,37
A2	6,67	7,38	7,33	21,38	7,13	0,40
A3	6,49	6,19	7,03	19,71	6,57	0,43
A4	3,70	3,67	4,09	11,46	3,82	0,24
A5	5,96	7,05	6,31	19,32	6,44	0,56
A6	12,78	13,70	12,42	38,90	12,97	0,66
A7	3,83	3,97	4,35	12,14	4,05	0,27
A8	7,99	7,65	7,85	23,48	7,83	0,17
A9	3,46	4,01	3,75	11,21	3,74	0,28
Total	55,17	58,07	58,15	171,38	57,13	

Perlakuan		Case Processing Summary					
		Cases					
		Valid		Missing		Total	
	Perlakuan	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil <i>Tensile strength</i> dalam satuan N/mm <sup>2</sup>	A1	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A2	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A3	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A4	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A5	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A6	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A7	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A8	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A9	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil <i>Tensile strength</i> dalam satuan N/mm <sup>2</sup>	A1	.316	3	.	.889	3	.352
	A2	.363	3	.	.801	3	.117
	A3	.242	3	.	.973	3	.685
	A4	.367	3	.	.793	3	.097
	A5	.259	3	.	.959	3	.609
	A6	.279	3	.	.939	3	.522
	A7	.285	3	.	.932	3	.496
	A8	.210	3	.	.991	3	.821
	A9	.188	3	.	.998	3	.910

### Descriptive

Hasil *Tensile strength* dalam satuan N/mm<sup>2</sup>

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	3	4.5897	.37117	.21429	3.6676	5.5117	4.31	5.01
A2	3	7.1273	.39941	.23060	6.1351	8.1195	6.67	7.38
A3	3	6.5710	.42730	.24670	5.5095	7.6325	6.19	7.03
A4	3	3.8207	.23529	.13584	3.2362	4.4052	3.67	4.09
A5	3	6.4393	.55968	.32313	5.0490	7.8297	5.96	7.05
A6	3	12.9663	.65803	.37992	11.3317	14.6010	12.42	13.70
A7	3	4.0480	.26881	.15520	3.3802	4.7158	3.83	4.35
A8	3	7.8277	.16925	.09771	7.4072	8.2481	7.65	7.99
A9	3	3.7380	.27581	.15924	3.0529	4.4231	3.46	4.01
Total	27	6.3476	2.82593	.54385	5.2297	7.4655	3.46	13.70

### Test of Homogeneity of Variances

Hasil *Tensile strength* dalam satuan N/mm<sup>2</sup>

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.424	8	18	.253

### ANOVA

Hasil *Tensile strength* dalam satuan N/mm<sup>2</sup>

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	204.715	8	25.589	157.909	.000
Within Groups	2.917	18	.162		
Total	207.632	26			

### Post Hoc Tests

Hasil *Tensile strength* dalam satuan N/mm<sup>2</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
A9	3	3.7380				
A4	3	3.8207				
A7	3	4.0480	4.0480			
A1	3		4.5897			
A5	3			6.4393		
A3	3			6.5710		
A2	3			7.1273		
A8	3				7.8277	
A6	3					12.9663
Sig.		.384	.117	.062	1.000	1.000

5. Analisis Ragam (ANOVA) Elongasi (%) Pada Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III			
A1	3,57	3,54	3,48	10,59	3,52	0,04
A2	5,21	4,80	4,62	14,63	4,88	0,30
A3	6,13	7,00	6,60	19,73	6,58	0,44
A4	4,97	5,73	5,03	15,72	5,24	0,42
A5	7,86	7,14	7,04	22,04	7,35	0,45
A6	9,35	8,16	7,93	25,44	8,48	0,76
A7	4,28	4,42	5,01	13,72	4,57	0,39
A8	4,40	4,81	4,31	13,52	4,51	0,27
A9	5,36	6,33	5,76	17,44	5,81	0,49
Total	51,12	51,93	49,78	152,82	50,94	

Perlakuan

Case Processing Summary							
		Cases					
		Valid		Missing		Total	
	Perlakuan	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil elongasi dalam satuan %	A1	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A2	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A3	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A4	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A5	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A6	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A7	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A8	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	A9	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

Tests of Normality								
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
		Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil elongasi dalam satuan %	A1		.312	3	.	.896	3	.372
	A2		.268	3	.	.950	3	.570
	A3		.185	3	.	.998	3	.923
	A4		.358	3	.	.812	3	.143
	A5		.343	3	.	.843	3	.222
	A6		.330	3	.	.867	3	.287
	A7		.315	3	.	.891	3	.356
	A8		.325	3	.	.875	3	.309
	A9		.213	3	.	.990	3	.808

**Descriptive**

Hasil elongasi dalam satuan %								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	3	3.5307	.04474	.02583	3.4195	3.6418	3.48	3.57
A2	3	4.8783	.30026	.17336	4.1324	5.6242	4.62	5.21
A3	3	6.5757	.43586	.25164	5.4929	7.6584	6.13	7.00
A4	3	5.2410	.42120	.24318	4.1947	6.2873	4.97	5.73
A5	3	7.3453	.44874	.25908	6.2306	8.4601	7.04	7.86
A6	3	8.4787	.76145	.43962	6.5871	10.3702	7.93	9.35
A7	3	4.5723	.38572	.22269	3.6142	5.5305	4.28	5.01
A8	3	4.5053	.26733	.15434	3.8412	5.1694	4.31	4.81
A9	3	5.8133	.48695	.28114	4.6037	7.0230	5.36	6.33
Total	27	5.6601	1.54233	.29682	5.0499	6.2702	3.48	9.35

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil elongasi dalam satuan %			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.977	8	18	.110

**ANOVA**

Hasil elongasi dalam satuan %					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	58.452	8	7.307	38.726	.000
Within Groups	3.396	18	.189		
Total	61.848	26			

**Post Hoc Tests**

Hasil elongasi dalam satuan % (Duncan)							
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
A1	3	3.5307					
A8	3		4.5053				
A7	3		4.5723				
A2	3		4.8783				
A4	3		5.2410	5.2410			
A9	3			5.8133			
A3	3				6.5757		
A5	3					7.3453	
A6	3						8.4787
Sig.		1.000	.071	.124	1.000	1.000	1.000



## LAMPIRAN 4 Analisa Ragam (ANOVA) *Edible Film* pada Penelitian Utama

### 1. Analisis Ragam (ANOVA) Kadar Air (%) Pada Penelitian Utama

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A1	21,03	18,99	19,55	20,19	79,75	19,94	0,88
A2	16,83	17,26	16,15	15,35	65,58	16,40	0,84
A3	22,16	22,98	24,38	23,44	92,96	23,24	0,92
A4	23,40	24,00	23,91	22,91	94,21	23,55	0,51
A5	21,13	22,27	22,24	21,81	87,44	21,86	0,53
A6	22,40	20,27	21,11	21,23	85,01	21,25	0,88
Total	126,95	125,77	127,32	124,93	504,95	126,24	

#### Perlakuan

Case Processing Summary							
	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil kadar air dalam satuan %	A1	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A2	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A3	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A4	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A5	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A6	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil kadar air dalam satuan %	A1	.172	4	.	.987	4	.942
	A2	.198	4	.	.973	4	.859
	A3	.165	4	.	.998	4	.992
	A4	.259	4	.	.910	4	.483
	A5	.261	4	.	.862	4	.268
	A6	.260	4	.	.956	4	.754

**Descriptive**

Hasil kadar air dalam satuan %

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	4	19.9400	.87658	.43829	18.5452	21.3348	18.99	21.03
A2	4	16.3975	.83456	.41728	15.0695	17.7255	15.35	17.26
A3	4	23.2400	.92621	.46311	21.7662	24.7138	22.16	24.38
A4	4	23.5550	.50468	.25234	22.7519	24.3581	22.91	24.00
A5	4	21.8625	.53162	.26581	21.0166	22.7084	21.13	22.27
A6	4	21.2525	.87614	.43807	19.8584	22.6466	20.27	22.40
Total	24	21.0412	2.54936	.52038	19.9648	22.1177	15.35	24.38

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil kadar air dalam satuan %

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.406	5	18	.839

**ANOVA**

Hasil kadar air dalam satuan %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	138.599	5	27.720	45.847	.000
Within Groups	10.883	18	.605		
Total	149.482	23			

**Post Hoc Tests**

Hasil kadar air dalam satuan % (Duncan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A2	4	16.3975			
A1	4		19.9400		
A6	4			21.2525	
A5	4			21.8625	
A3	4				23.2400
A4	4				23.5550
Sig.		1.000	1.000	.282	.574



## 2. Analisis Ragam (ANOVA) Transmisi Uap Air (g/m<sup>2</sup>.Jam) Pada Penelitian Utama

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A1	13,46	14,10	13,28	14,50	55,33	13,83	0,57
A2	19,30	18,17	18,44	17,97	73,89	18,47	0,59
A3	24,84	24,96	24,43	23,97	98,19	24,55	0,45
A4	17,91	18,71	18,80	19,06	74,49	18,62	0,50
A5	22,10	21,99	23,02	22,45	89,56	22,39	0,47
A6	23,97	23,94	24,40	24,06	96,37	24,09	0,21
Total	121,58	121,86	122,38	122,02	487,83		

### Perlakuan

### Case Processing Summary

	Perlakuan n	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil transmisi uap air dalam satuan g/m <sup>2</sup> .Jam	A1	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A2	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A3	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A4	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A5	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A6	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%

### Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statisti		Sig.	Statistic	df	Sig.
		c	df				
Hasil transmisi uap air dalam satuan g/m <sup>2</sup> .Jam	A1	.246	4	.	.929	4	.589
	A2	.270	4	.	.893	4	.397
	A3	.241	4	.	.929	4	.590
	A4	.322	4	.	.879	4	.332
	A5	.234	4	.	.911	4	.485
	A6	.311	4	.	.819	4	.141



### Descriptive

Hasil transmisi uap air dalam satuan  $\text{g/m}^2.\text{Jam}$

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	4	13.8350	.56601	.28300	12.9344	14.7356	13.28	14.50
A2	4	18.4700	.58589	.29294	17.5377	19.4023	17.97	19.30
A3	4	24.5500	.44833	.22417	23.8366	25.2634	23.97	24.96
A4	4	18.6200	.49605	.24803	17.8307	19.4093	17.91	19.06
A5	4	22.3900	.46354	.23177	21.6524	23.1276	21.99	23.02
A6	4	24.0925	.21125	.10562	23.7564	24.4286	23.94	24.40
Total	24	20.3262	3.86297	.78853	18.6951	21.9574	13.28	24.96

### Test of Homogeneity of Variances

Hasil transmisi uap air dalam satuan  $\text{g/m}^2.\text{Jam}$

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.812	5	18	.556

### ANOVA

Hasil transmisi uap air dalam satuan  $\text{g/m}^2.\text{Jam}$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	339.108	5	67.822	296.988	.000
Within Groups	4.111	18	.228		
Total	343.219	23			

**Post Hoc Tests**

Hasil transmisi uap air dalam satuan g/m<sup>2</sup>.Jam (Duncan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A1	4	13.8350			
A2	4		18.4700		
A4	4		18.6200		
A5	4			22.3900	
A6	4				24.0925
A3	4				24.5500
Sig.		1.000	.662	1.000	.193

**3. Analisis Ragam (ANOVA) Ketebalan (µm) Pada Penelitian Utama**

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A1	48,77	49,63	48,27	49,27	195,93	48,98	0,60
A2	51,20	49,97	50,83	51,86	203,86	50,97	0,79
A3	70,37	70,93	71,67	70,43	283,40	70,85	0,60
A4	67,73	68,07	68,47	67,40	271,67	67,92	0,46
A5	64,90	65,27	64,13	65,77	260,07	65,02	0,69
A6	70,07	71,37	70,40	69,13	280,97	70,24	0,92
Total	373,03	375,23	373,76	373,86	1495,88		

**Perlakuan**

**Case Processing Summary**

	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil ketebalan dalam satuan µm	A1	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A2	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A3	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A4	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A5	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A6	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%

**Tests of Normality**

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Hasil ketebalan dalam satuan µm	A1	.185	4	.	.982	4	.915
	A2	.182	4	.	.993	4	.971
	A3	.257	4	.	.879	4	.333
	A4	.159	4	.	.993	4	.973
	A5	.182	4	.	.987	4	.942
	A6	.182	4	.	.992	4	.966



### Descriptives

Hasil ketebalan dalam satuan  $\mu\text{m}$

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	4	48.9850	.59293	.29647	48.0415	49.9285	48.27	49.63
A2	4	50.9650	.78835	.39418	49.7106	52.2194	49.97	51.86
A3	4	70.8500	.60155	.30078	69.8928	71.8072	70.37	71.67
A4	4	67.9175	.45879	.22940	67.1875	68.6475	67.40	68.47
A5	4	65.0175	.69077	.34538	63.9183	66.1167	64.13	65.77
A6	4	70.2425	.92439	.46219	68.7716	71.7134	69.13	71.37
Total	24	62.3296	9.16563	1.87093	58.4593	66.1999	48.27	71.67

### Test of Homogeneity of Variances

Hasil ketebalan dalam satuan  $\mu\text{m}$

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.285	5	18	.915

### ANOVA

Hasil ketebalan dalam satuan  $\mu\text{m}$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1923.572	5	384.714	802.303	.000
Within Groups	8.631	18	.480		
Total	1932.204	23			

### Post Hoc Tests

Hasil ketebalan dalam satuan  $\mu\text{m}$  (Duncan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
A1	4	48.9850				
A2	4		50.9650			
A5	4			65.0175		
A4	4				67.9175	
A6	4					70.2425
A3	4					70.8500
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.231

#### 4. Analisis Ragam (ANOVA) *Tensile Strength* (N/mm<sup>2</sup>) Pada Penelitian Utama

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A1	4,44	4,24	4,61	4,42	17,70	4,43	0,15
A2	7,95	7,74	7,42	7,75	30,86	7,72	0,22
A3	5,40	5,01	5,22	5,19	20,82	5,21	0,16
A4	3,43	3,30	3,26	3,57	13,56	3,39	0,14
A5	5,60	6,16	5,78	6,01	23,54	5,89	0,25
A6	4,79	4,82	4,86	4,63	19,09	4,77	0,10
Total	31,60	31,26	31,14	31,57	125,58		

#### Perlakuan

#### Case Processing Summary

	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil kuat tarik dalam satuan N/mm <sup>2</sup>	A1	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A2	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A3	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A4	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A5	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A6	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%

#### Tests of Normality

	Perlakuan n	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil kuat tarik dalam satuan N/mm <sup>2</sup>	A1	.230	4	.	.966	4	.819
	A2	.295	4	.	.929	4	.589
	A3	.213	4	.	.974	4	.869
	A4	.239	4	.	.933	4	.615
	A5	.190	4	.	.976	4	.877
	A6	.309	4	.	.872	4	.305

**Descriptives**

Hasil kuat tarik dalam satuan N/mm<sup>2</sup>

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	4	4.4275	.15130	.07565	4.1867	4.6683	4.24	4.61
A2	4	7.7150	.21917	.10958	7.3663	8.0637	7.42	7.95
A3	4	5.2050	.15969	.07984	4.9509	5.4591	5.01	5.40
A4	4	3.3900	.14024	.07012	3.1669	3.6131	3.26	3.57
A5	4	5.8875	.24730	.12365	5.4940	6.2810	5.60	6.16
A6	4	4.7750	.10083	.05041	4.6146	4.9354	4.63	4.86
Total	24	5.2333	1.38220	.28214	4.6497	5.8170	3.26	7.95

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil kuat tarik dalam satuan N/mm<sup>2</sup>

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.845	5	18	.536

**ANOVA**

Hasil kuat tarik dalam satuan N/mm<sup>2</sup>

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	43.379	5	8.676	277.748	.000
Within Groups	.562	18	.031		
Total	43.941	23			

**Post Hoc Tests**

Hasil kuat tarik dalam satuan N/mm<sup>2</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
A4	4	3.3900					
A1	4		4.4275				
A6	4			4.7750			
A3	4				5.2050		
A5	4					5.8875	
A2	4						7.7150
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



5. Analisis Ragam (ANOVA) *Elongasi* (%) Pada Penelitian Utama

Perlakuan n	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A1	2,27	2,34	2,71	2,40	9,72	2,43	0,19
A2	5,04	4,98	5,22	4,71	19,95	4,99	0,21
A3	4,48	5,21	4,38	4,54	18,61	4,65	0,38
A4	3,32	3,17	3,51	3,70	13,70	3,43	0,23
A5	4,36	4,22	4,18	4,80	17,56	4,39	0,29
A6	4,08	4,30	4,63	4,23	17,25	4,31	0,23
Total	23,55	24,22	24,63	24,39	96,79		

**Perlakuan**

**Case Processing Summary**

	Perlakuan n	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil elongasi dalam satuan %	A1	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A2	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A3	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A4	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A5	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A6	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%

**Tests of Normality**

	Perlakuan n	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil elongasi dalam satuan %	A1	.311	4	.	.864	4	.273
	A2	.236	4	.	.971	4	.846
	A3	.366	4	.	.790	4	.086
	A4	.170	4	.	.989	4	.951
	A5	.293	4	.	.832	4	.172
	A6	.265	4	.	.941	4	.662

**Descriptives**

Hasil elongasi dalam satuan %

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	4	2.4300	.19408	.09704	2.1212	2.7388	2.27	2.71
A2	4	4.9875	.21125	.10562	4.6514	5.3236	4.71	5.22
A3	4	4.6515	.37698	.18849	4.0516	5.2514	4.38	5.21
A4	4	3.4260	.23185	.11593	3.0571	3.7949	3.17	3.70
A5	4	4.3900	.28590	.14295	3.9351	4.8449	4.18	4.80
A6	4	4.3127	.23310	.11655	3.9418	4.6837	4.08	4.63
Total	24	4.0330	.90871	.18549	3.6492	4.4167	2.27	5.22

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil elongasi dalam satuan %

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.530	5	18	.750

**ANOVA**

Hasil elongasi dalam satuan %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17.750	5	3.550	51.419	.000
Within Groups	1.243	18	.069		
Total	18.992	23			

**Post Hoc Tests**

Hasil elongasi dalam satuan % (Duncan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A1	4	2.4300			
A4	4		3.4260		
A6	4			4.3127	
A5	4			4.3900	
A3	4			4.6515	4.6515
A2	4				4.9875
Sig.		1.000	1.000	.100	.087

**6. Analisis Ragam (ANOVA) Kelarutan (%) Pada Penelitian Utama**

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A1	68,40	68,42	67,81	68,11	272,74	68,19	0,29
A2	67,80	68,35	68,14	68,35	272,64	68,16	0,26
A3	68,54	68,20	68,34	68,81	273,89	68,47	0,26
A4	68,76	68,88	68,55	69,03	275,22	68,81	0,20
A5	68,55	68,66	68,44	68,07	273,72	68,43	0,26
A6	67,79	67,97	67,82	67,51	271,09	67,77	0,19
Total	409,84	410,48	409,10	409,88	1639,30		



## Perlakuan

### Case Processing Summary

	Perlakuan n	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil kelarutan dalam satuan %	A1	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A2	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A3	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A4	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A5	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A6	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%

### Descriptives

Hasil kelarutan dalam satuan %

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					A1	4		
A2	4	68.1600	.25962	.12981	67.7469	68.5731	67.80	68.35
A3	4	68.4725	.26475	.13237	68.0512	68.8938	68.20	68.81
A4	4	68.8050	.20273	.10137	68.4824	69.1276	68.55	69.03
A5	4	68.4300	.25626	.12813	68.0222	68.8378	68.07	68.66
A6	4	67.7725	.19190	.09595	67.4671	68.0779	67.51	67.97
Total	24	68.3042	.39241	.08010	68.1385	68.4699	67.51	69.03

### Test of Homogeneity of Variances

Hasil kelarutan dalam satuan %

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.292	5	18	.911

### ANOVA

Hasil kelarutan dalam satuan %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.451	5	.490	8.087	.000
Within Groups	1.091	18	.061		
Total	3.542	23			



### Post Hoc Tests

Hasil kelarutan dalam satuan % (Duncan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A6	4	67.7725		
A2	4		68.1600	
A1	4		68.1850	
A5	4		68.4300	68.4300
A3	4		68.4725	68.4725
A4	4			68.8050
Sig.		1.000	.115	.055

### 7. Analisis Ragam (ANOVA) total BAL (log cfu/g) Pada Penelitian Utama

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A1	7,89	8,06	8,07	7,99	32,01	8,00	0,08
A2	8,56	8,20	8,58	8,51	33,85	8,46	0,18
A3	8,30	8,40	8,25	8,16	33,11	8,28	0,10
A4	8,50	8,26	8,49	8,43	33,68	8,42	0,11
A5	8,21	8,04	8,30	8,25	32,80	8,20	0,11
A6	8,12	8,14	8,38	8,28	32,92	8,23	0,12
Total	49,58	49,10	50,07	49,62	198,37		

#### Perlakuan

#### Case Processing Summary

	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil total TPC dalam satuan log cfu/g	A1	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A2	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A3	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A4	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A5	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
	A6	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%

#### Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Hasil total TPC dalam satuan log cfu/g	A1	.256	4	.	.886	4	.365
	A2	.356	4	.	.769	4	.057
	A3	.161	4	.	.998	4	.994

A4	.286	4	.	.827	4	.160
A5	.285	4	.	.899	4	.427
A6	.268	4	.	.903	4	.444

**Descriptives**

Hasil total TPC dalam satuan log cfu/g

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	4	8.0025	.08302	.04151	7.8704	8.1346	7.89	8.07
A2	4	8.4625	.17746	.08873	8.1801	8.7449	8.20	8.58
A3	4	8.2775	.10012	.05006	8.1182	8.4368	8.16	8.40
A4	4	8.4200	.11106	.05553	8.2433	8.5967	8.26	8.50
A5	4	8.2000	.11284	.05642	8.0204	8.3796	8.04	8.30
A6	4	8.2300	.12275	.06137	8.0347	8.4253	8.12	8.38
Total	24	8.2654	.18833	.03844	8.1859	8.3449	7.89	8.58

**Test of Homogeneity of Variances**

Hasil total TPC dalam satuan log cfu/g

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.634	5	18	.676

**ANOVA**

Hasil total TPC dalam satuan log cfu/g

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.550	5	.110	7.456	.001
Within Groups	.266	18	.015		
Total	.816	23			

**Post Hoc Test**

Hasil total TPC dalam satuan log cfu/g (Duncan)

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A1	4	8.0025		
A5	4		8.2000	
A6	4		8.2300	
A3	4		8.2775	8.2775
A4	4			8.4200
A2	4			8.4625
Sig.		1.000	.405	.055



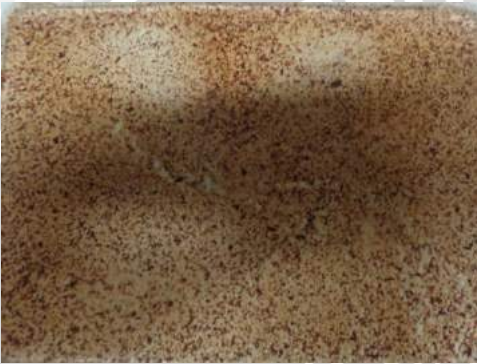
Lampiran 5 Hasil Penelitian Pendahuluan



Sampel A1



Sampel A2



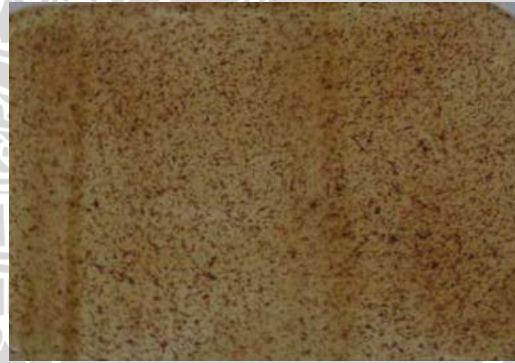
Sampel A3



Sampel A4



Sampel A5



Sampel A6



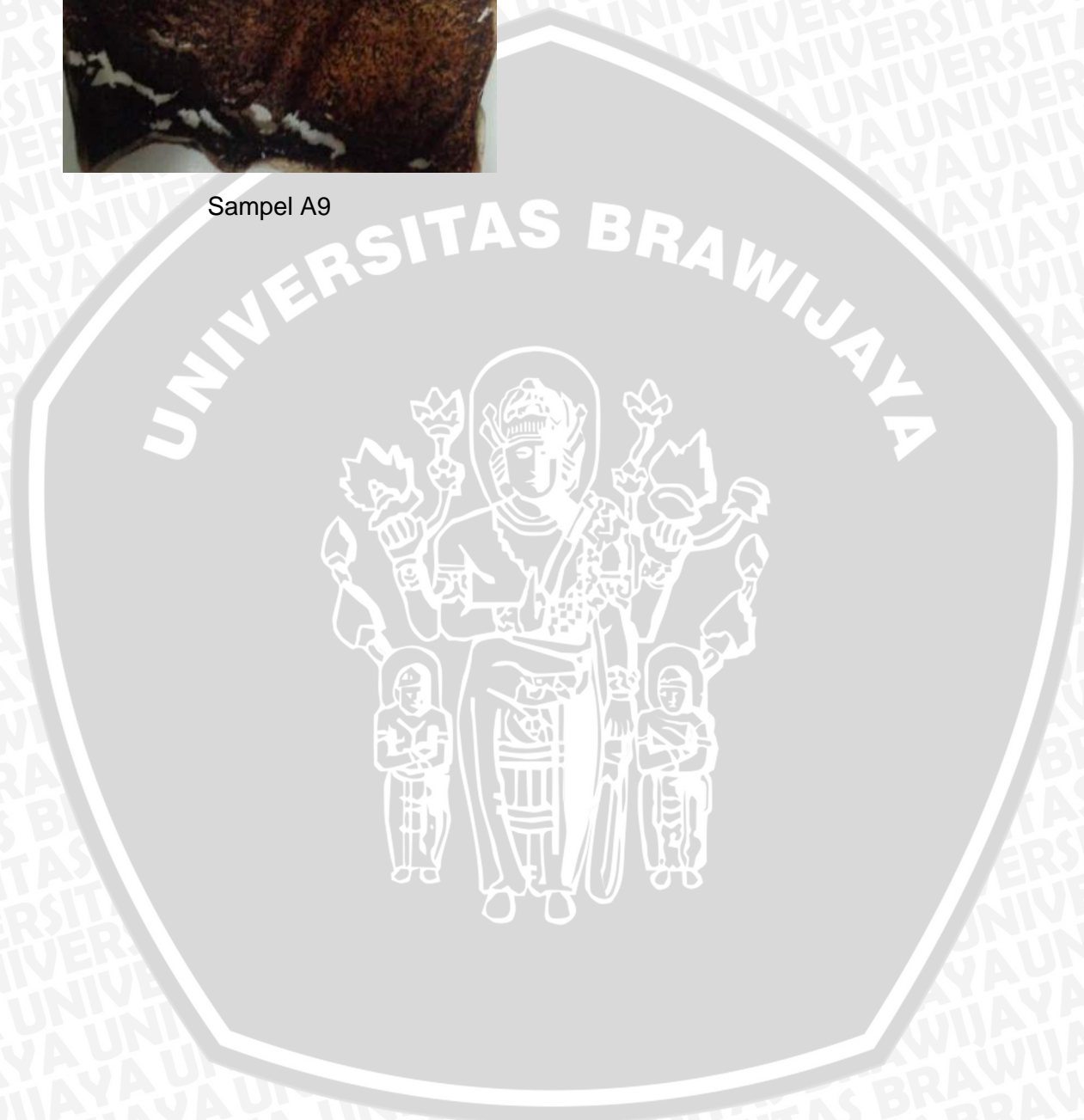
Sampel A7



Sampel A8



Sampel A9



Lampiran 6 Hasil Penelitian Utama



Sampel A1



Sampel A2



Sampel A3



Sampel A4



Sampel A5



Sampel A6

Lampiran 7 Mekanisme Pembuatan *Edible Film*

