

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

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

Oleh:

**IRMA EMILIANA
NIM. 125080301111068**



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

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

**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 :

**IRMA EMILIANA
NIM. 125080301111068**



**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* DAN *Sargassum cristaefolium***

Oleh :

**IRMA EMILIANA
NIM. 125080301111068**

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 7 Oktober 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,
Dosen Penguji I

(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: ...1.9.2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes)
NIP. 19611022 198802 2 001
Tanggal: ...1.9.2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

(Eko Waluyo, S.PI, M.Sc)
NIP. 19800424 200501 1 001
Tanggal: ...1.9.2016



Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Arning Whuleng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal: ...1.9.2016

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, 12 Oktober 2016

Mahasiswa

Irma Emiliana



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 dan semua keluarga yang telah memberikan do'a, dukungan, dan motifasi 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 *edible film* probiotik (Faridha dan Icha) atas partisipasi, kerjasama, semangat, do'a dan dukungannya selama penelitian dan pengerjaan laporan.
6. Mas Darma yang selalu kasih semangat selama penelitian hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.
7. Teman sekamar (Aris Muntiari Dewi) atas partisipasinya, untuk setiap dukungan, bantuan, dan sudah jadi teman curhat selama penelitian hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.
8. Teman-teman THP 2012 yang telah memberikan do'a dan dukungan serta semangat dalam pengerjaan penelitian dan laporan skripsi.
9. Seluruh pihak yang membantu dalam pengerjaan skripsi.

RINGKASAN

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

Edible film merupakan plastik sintesis yang bersifat *biodegradable*. *Edible film* adalah lembaran tipis yang dapat dikonsumsi secara bersama dengan produk. *Edible film* berfungsi untuk mencegah migrasi uap air, oksigen, karbon dioksida, aroma, dan lipida. Bahan penyusun utama dari *edible film* adalah hidrokoloid, lemak, dan komposit. Karakteristik sifat mekanik *edible film*, dapat digunakan sebagai penentu kualitas produk *Edible film* yang dihasilkan. Sifat mekanik tersebut meliputi nilai kuat tarik, pemanjangan, ketebalan, kadar air, transmisi uap air, serta kelarutan.

Pembuatan *edible film* berbasis hidrokoloid, dapat menggunakan rumput laut. *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* merupakan rumput laut yang berpotensi untuk digunakan dalam pembuatan *edible film*. Untuk menambah nilai fungsional dari *edible film* dapat ditambahkan bahan atau senyawa tertentu. Salah satunya dapat ditambahkan dengan probiotik. Probiotik adalah mikroba hidup yang berfungsi menyeimbangkan komposisi mikroba pada usus, sehingga menguntungkan dari segi kesehatan. *Lactobacillus acidophilus* merupakan bakteri probiotik karena dapat berfungsi sebagai terapeutik pada tubuh.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda terhadap kualitas *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Agustus 2016, di Laboratorium Ilmu Teknologi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang, dan Laboratorium sentral MIPA Universitas Negeri 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* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* sebanyak 6% merupakan perlakuan terbaik dengan nilai pada masing-masing parameter ialah: kadar air 16,72%, transmisi uap air 16,44 g/m²jam, ketebalan 80,57 µm, *elongasi* 7,43%, *tensile strength* 6,71 N/mm², kelarutan 53,05%, dan total BAL 8,49 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* dan *Sargassum cristaefolium*. Di dalam 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 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, 13 Oktober 2016

Irma Emiliana

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Kegunaan.....	4
1.6 Tempat dan Waktu	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Rumput Laut	5
2.1.1 <i>Eucheuma cottonii</i>	6
2.1.2 <i>Sargassum cristaefolium</i>	7
2.2 Probiotik	9
2.3 <i>Lactobacillus acidophilus</i>	9
2.4 <i>Edible Film</i>	11
2.4.1 Karakteristik <i>Edible Film</i>	11
2.4.2 Pembentukan <i>Edible Film</i>	12
2.5 <i>Plastizier</i>	13
2.5.1 Gliserol.....	13
2.6 Sifat <i>Edible Film</i>	14
2.6.1 Kadar Air	14
2.6.2 Transmisi Uap Air.....	15
2.6.3 <i>Tensile Strength</i>	15
2.6.4 <i>Elongasi</i>	16
2.6.5 Ketebalan.....	17
2.6.6 Kelarutan.....	17
2.7 Parameter Kualitas <i>Edible Film</i>	18
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	19
3.1.1 Bahan Penelitian.....	19
3.1.2 Alat Penelitian	19
3.2 Metode Penelitian.....	20
3.2.1 Metode	20
3.2.2 Variabel	21

3.3 Rangkaian Penelitian	21
3.3.1 Penelitian Pendahuluan.....	21
3.3.1.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	21
3.3.1.2 Prosedur Penelitian Pendahuluan.....	23
3.3.2 Penelitian Utama	24
3.3.2.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan	24
3.3.2.2 Prosedur Penelitian Utama	25
3.4 Prosedur Analisa Parameter Uji.....	26
3.4.1 Analisis Kadar Air (AOAC 1995).....	26
3.4.2 Analisis Kelarutan Air (<i>Water Solubility</i>) (Dick <i>et al.</i> , 2015).....	27
3.4.3 Ketebalan (Dick <i>et al.</i> , 2015)	27
3.4.4 Transmisi Uap Air.....	27
3.4.5 <i>Tensile Strength</i> dan <i>Elongasi</i> (Soukoulis <i>et al.</i> , 2015).....	28
3.4.6 Pengujian Total BAL (Soukoulis <i>et al.</i> , 2015).....	28
3.4.7 Analisa FTIR (Perez <i>et al.</i> , 2015)	29
3.4.8 Analisa SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>) <i>Edible Film</i>	30
4. HASIL DAN PENELITIAN	
4.1 Bahan Baku.....	32
4.1.1 Rumput Laut.....	32
4.2 Penelitian Pendahuluan.....	32
4.2.1 Uji <i>FTIR</i> Rumput Laut.....	32
4.2.1.1 <i>Eucheuma cottonii</i>	32
4.2.1.2 <i>Sargassum cristaefolium</i>	35
4.2.1.3 <i>Eucheuma cottonii</i> dan <i>Sargassum cristaefolium</i>	37
4.2.2 Hasil Pengujian Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Edible Film</i>	37
4.3 Penelitian Utama	42
4.3.1 Kadar Air	43
4.3.2 Transmisi Uap Air	44
4.3.3 Kelarutan	46
4.3.4 Ketebalan	47
4.3.5 <i>Tensile Strength</i>	49
4.3.6 <i>Elongasi</i>	50
4.3.7 Total BAL <i>Lactobacillus acidophilus</i>	51
4.4 Hasil Perlakuan Terpilih pada Penelitian Utama.....	53
4.5 Analisis Permukaan <i>Edible Film</i> dengan SEM dari Perlakuan Terpilih.....	53
5. KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	65

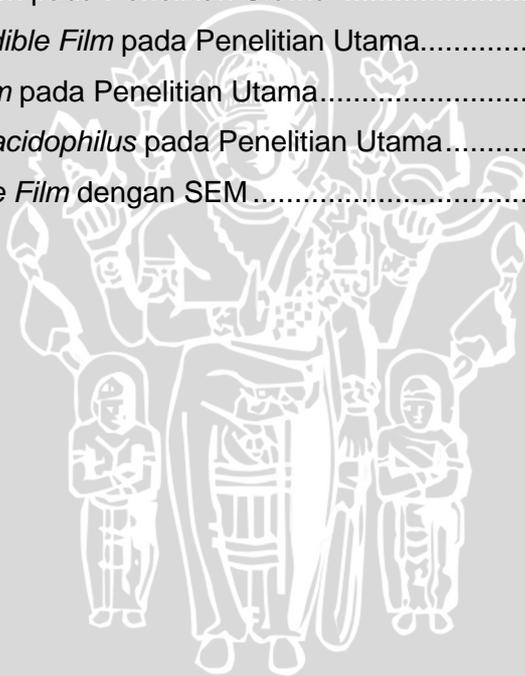
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar <i>edible film</i>	18
2. Rancangan Percobaan Penelitian Pendahuluan	23
3. Rancangan Percobaan pada Penelitian Utama.....	25
4. Gugus Fungsi <i>Eucheuma cottonii</i> dibandingkan dengan Literatur.....	34
5. Gugus Fungsi <i>Sargassum cristaefolium</i> dibandingkan dengan Literatur	36
6. Kesamaan Gugus Fungsi <i>E. cottonii</i> dan <i>Sargassum cristaefolium</i>	37
7. Hasil Uji <i>Edible Film</i> pada Penelitian Pendahuluan.....	38
8. Hasil Uji Karakteristik <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	42
9. Nilai Hasil Uji Kualitas <i>Edible Film</i> pada Perlakuan Terbaik dan Standar <i>Edible Film</i>	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Eucheuma cottonii</i>	6
2. <i>Sargassum cristaefolium</i>	8
3. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	10
4. Hasil Spektra FTIR <i>E. cottonii</i> pada Penelitian Pendahuluan	33
5. Hasil Spektra FTIR <i>Sargassum cristaefolium</i>	35
6. Kadar Air <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	43
7. Laju Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama.....	44
8. Kelarutan <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	46
9. Ketebalan <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	48
10. <i>Tensile Strength Edible Film</i> pada Penelitian Utama.....	49
11. <i>Elongasi Edible Film</i> pada Penelitian Utama.....	51
12. Hasil Total BAL <i>L. acidophilus</i> pada Penelitian Utama.....	52
13. Mikrostruktur <i>Edible Film</i> dengan SEM	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Pembuatan <i>Edible Film</i> pada Penelitian Pendahuluan.....	65
2. Skema Kerja Pembuatan <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	66
3. Prosedur Analisa Kadar Air (AOAC 1995).....	67
4. Prosedur Uji Kelarutan air (Dick <i>et al.</i> , 2015)	68
5. Prosedur Uji Ketebalan (Soukoulis <i>e al.</i> , 2015).....	69
6. Prosedur Uji Kuat Tarik dan Elongasi (Soukoulis <i>et al.</i> , 2015)	70
7. Prosedur Uji Transmisi Uap Air (Antoniou <i>et al.</i> , 2014)	71
8. Pengujian Total BAL <i>Lactobacillus acidophilus</i> (Soukoulis <i>et al.</i> , 2015)	72
9. Analisis Kadar Air <i>Edible Film</i> pada Penelitian Pendahuluan	73
10. Analisis Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> pada Penelitian Pendahuluan	76
11. Analisis Ketebalan <i>Edible Film</i> pada Penelitian Pendahuluan.....	79
12. Analisis <i>Elongasi Edible Film</i> pada Penelitian Pendahuluan	82
13. Analisis <i>Tensile Strength Edible Film</i> pada Penelitian Pendahuluan	85
14. Analisis Kadar Air <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	88
15. Analisis <i>Elongasi Edible Film</i> pada Penelitian Utama.....	90
16. Analisis Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	92
17. Analisis <i>Tensile Strength Edible Film</i> pada Penelitian Utama	94
18. Analisis Ketebalan <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	96
19. Analisis Kelarutan <i>Edible Film</i> pada Penelitian Utama	98
20. Analisis Total BAL pada Penelitian Utama	100
21. Dokumentasi Pembuatan <i>Edible Film</i> Berbahan Campuran <i>E. cottonii</i> dan <i>Sargassum cristaefolium</i> dengan Penambahan <i>L. acidophilus</i>	102
22. Dokumentasi Hasil Lembaran <i>Edible Film</i> Berbahan Campuran <i>Eucheuma cottonii</i> dan <i>Sargassum cristaefolium</i> dengan Penambahan Konsentrasi <i>L. acidophilus</i> yang Berbeda	104

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Edible film muncul sebagai alternatif plastik sintetis untuk makanan dan pada dekade terakhir mendapatkan perhatian yang cukup dari para peneliti makanan. *Edible film* adalah pengemas makanan berupa lembaran tipis yang dapat dikonsumsi secara langsung dengan produk (Perez *et al.* 2015). *Edible film* digunakan untuk pelapis makanan yang bertujuan untuk mencegah migrasi uap air, oksigen, karbon dioksida, aroma, dan lipida (Pawignya *et al.* 2015). Bahan penyusun *edible film* menurut Rodriguez *et al.* (2006), yaitu dibuat dari bahan-bahan penyusun utama yang terdiri dari tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lemak, dan komposit.

Salah satu hasil perikanan yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *edible film* adalah rumput laut. Rumput laut termasuk ke dalam jenis hidrokoloid yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film*. Menurut Suwariyati *et al.* (2014) potensi rumput laut di Indonesia sangat baik, terutama *Euचेuma cottonii* dan *Euचेuma spinosum*. Menurut Fathmawati *et al.* (2014) *Euचेuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut merah yang disebut sebagai *Kappaphycus alvarezii* karena karaginan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa karaginan. Karaginan mempunyai kemampuan membentuk gel atau larutan kental yang bersifat *thermoreversibel* sehingga karaginan banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri seperti farmasi, kosmetik, dan pangan, salah satunya ialah digunakan dalam pembuatan *edible film* (Diharmi *et al.* 2011). Selain jenis *Euचेuma*, menurut Basmal *et al.* (2013) *Sargassum* juga merupakan rumput laut coklat yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *edible film*. Menurut Handayani (2014), *Sargassum cristaefolium* merupakan rumput laut yang mengandung alginat, unsur ion dan serat pangan.

Memanfaatkan rumput laut sebagai *edible film* dengan penambahan bakteri probiotik merupakan terobosan terbaru dalam dunia pangan. Menurut Sontrovit dan Krochta (2000) perkembangan *edible film* mengalami kemajuan yang pesat. Dalam penelitian Soukoulis *et al.* (2014) menyebutkan bahwa penambahan bakteri probiotik ke dalam *edible film* dan *edible coating* telah terbukti menjadi strategi baru yang efisien untuk pengiriman probiotik dalam makanan.

Probiotik merupakan suplemen pangan berupa mikroba hidup yang berfungsi menyeimbangkan komposisi mikroba pada usus sehingga menguntungkan dari segi kesehatan (Suhartini 2009). Probiotik dapat mengandung satu atau sejumlah lebih strain mikroorganisme. Produk probiotik pada umumnya berupa Bakteri Asam Laktat (BAL) dan beberapa genus *Bacillus*, namun tidak semua jenis BAL dan Bakteri *Bacillus* termasuk dalam probiotik (Manin 2010). Bakteri dapat dikatakan sebagai probiotik jika dapat bertahan melewati lambung dan usus halus, sehingga probiotik harus toleran terhadap suasana asam dan adanya asam empedu (Arief *et al.* 2010). *Lactobacillus acidophilus* adalah salah satu bakteri yang bersifat probiotik, dapat berfungsi sebagai terapeutik pada tubuh (Sunarlim dan Setiyanto 2008). Sehingga Lacey *et al.* (2012) dalam penelitiannya telah menambahkan bakteri probiotik seperti *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium* dalam pembuatan *edible film*. Bakteri probiotik ini dapat menghambat aktivitas bakteri patogen.

Edible film dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik apabila tidak hanya digunakan sebagai pelindung dari kerusakan makanan saja tetapi juga dapat digunakan sebagai kemasan bioaktif yang dapat membawa nilai fungsional tertentu salah satunya adalah dengan penambahan probiotik. Kualitas *edible film* yang baik menurut Kafrani *et al.* (2012) adalah dapat mencegah pembusukan dan mikroba kontaminasi makanan. Selain itu, dapat pula mengandung

komponen makanan seperti vitamin, antioksidan, mineral, dan antimikroba. Menurut Dick *et al.* (2015) sifat yang menentukan baik tidaknya kualitas dari *edible film* antara lain adalah kadar air, kelarutan air, pewarnaan pada *edible film*, ketebalan, transmisi cahaya dan nilai transparansi. Selain itu, menurut Soukoulis *et al.* (2014) bahwa kuat tarik, perpanjangan *edible film* dan pengujian viabilitas pada *edible film* berprobiotik juga mempengaruhi kualitas dari *edible film*.

Penelitian *edible film* berbahan rumput laut segar *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memperbaiki kualitas *edible film* baik secara fisik maupun kimia. Selain itu, diharapkan bahwa *edible film* berprobiotik dapat disukai dan diterima oleh masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Apakah penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda berpengaruh terhadap kualitas *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*.

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi probiotik *Lactobacillus acidophilus* pada *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*.

1.4 Hipotesis

Hipotesa yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Diduga penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi yang berbeda tidak dapat mempengaruhi kualitas *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*.

H_1 : Diduga penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dengan konsentrasi berbeda dapat mempengaruhi kualitas *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*.

1.5 Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan konsentrasi probiotik *Lactobacillus acidophilus* pada *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*.

1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Teknologi Perikanan, Laboratorium Bioteknologi Perairan, Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan, Laboratorium Fisika Material Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium sentral MIPA Universitas Negeri Malang pada bulan Januari hingga Agustus 2016.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut

Rumput laut merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, oleh karena itu budidaya rumput laut merupakan kegiatan yang menjadi prioritas utama dalam bidang perikanan karena dapat meningkatkan produksi hasil perikanan, untuk memenuhi kebutuhan akan pangan dan gizi, serta dapat digunakan dalam industri obat-obatan maupun industri kosmetik. Hal ini disebabkan karena kandungan rumput laut seperti karaginan yang sangat bermanfaat (Widiastuti 2011).

Rumput laut (*seaweed*) secara biologi termasuk salah satu anggota alga yang terdiri dari satu atau banyak sel, berbentuk koloni, hidupnya bentik di daerah perairan dangkal, berpasir, berkarang, daerah pasut, jernih dan biasanya menempel pada karang mati, potongan karang dan substrat yang keras lainnya baik yang terbentuk secara alamiah maupun buatan (Mamang 2008). Rumput laut adalah tanaman tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar, batang, dan daun. Meskipun wujudnya tampak seperti ada perbedaan, tetapi sesungguhnya merupakan bentuk thallus saja (Winarno 1996).

Rumput laut atau sering disebut dengan alga 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). Diantara berbagai jenis rumput laut dari

Indonesia yang paling banyak manfaatnya untuk pangan salah satunya ialah *Eucheuma* yang dapat menghasilkan karaginan (Yani 2006).

2.1.1 *Eucheuma cottonii*

Rumput Laut *Eucheuma cottonii* merupakan makro alga yang hidup di laut, pada umumnya di dasar perairan dan menempel pada substrat atau benda lain dan juga hidupnya terapung di permukaan laut. Bagian – bagian rumput laut secara umum terdiri dari *holdfast* yaitu bagian dasar dari rumput laut yang berfungsi untuk menempel pada substrat dan *thallus* yaitu bentuk–bentuk pertumbuhan rumput laut yang menyerupai percabangan (Surni 2014). *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut merah (*Rhodophyta*) yang kaya akan pigmen fotosintesis dan juga pigmen yang lainnya, yaitu klorofil a, α -karoten, dan β -karoten (Wulanningrum 2012).

Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut Anggadiredja (2006), yaitu sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Devisi	: <i>Rhodophyta</i>
Kelas	: <i>Rhodophyceae</i>
Bangsa	: <i>Gigartinales</i>
Suku	: <i>Solieriscaeae</i>
Marga	: <i>Eucheuma</i>
Jenis	: <i>E. Cottonii</i>



Gambar 1. *Eucheuma cottonii*

Eucheuma cottonii memiliki thallus silindris dan permukaan licin. Memiliki warna yang tidak tetap yakni terkadang berwarna hijau kuning, hijau, merah atau abu-abu. Perubahan warna ini terjadi karena diakibatkan oleh faktor lingkungan dan merupakan proses dari adaptasi kromatik. Adaptasi kromatik adalah penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan (Prasetuowati *et al.* 2008).

Eucheuma cottonii merupakan salah satu jenis rumput laut merah yang disebut dengan *Kappaphycus alvarezii* karena karaginan yang dihasilkan termasuk kappa karaginan. Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester kalium, natrium, magnesium, dan kalium sulfat dengan galaktosa 3,6-anhidrogalaktosa kopolimer. Karaginan terbagi menjadi 3 fraksi yaitu kappa, iota, dan lamda karaginan. Kappa karaginan tersusun dari α (1,3)-D-galaktosa 4 sulfat ester dan β (1,4) 3,6-anhidro-D-galaktosa (Fathmawati *et al.* 2014). Salah satu sifat penting dari karaginan adalah sifatnya yang mampu mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah bentuk sol menjadi gel yang bersifat *irreversible* (Wenno *et al.* 2012). Menurut Wulandari (2010) karaginan dapat membentuk gel yang bersifat *reversible*, artinya dapat membentuk gel saat pendinginan dan mencair pada saat dipanaskan.

Berdasarkan penelitian Ulfah (2009) kappa karaginan memiliki titik leleh pada suhu 39,45°C dan titik jendal 33,15°C. Titik jendal dan titik leleh berbanding lurus dengan kandungan sulfat dan kandungan 3,6 anhidro-D-galaktosa. Menurut Winata (2008) titik jendal adalah suhu pada saat karaginan mulai membentuk gel sedangkan titik leleh adalah suhu dimana gel karaginan mulai mencair.

2.1.2 *Sargassum cristaefolium*

Sargassum cristaefolium merupakan salah satu genus dari kelompok rumput laut coklat. Klasifikasi *Sargassum cristaefolium* menurut Sulisetjono (2009) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Phaeophyta</i>
Kelas	: <i>Phaeophyceae</i>
Ordo	: <i>Fucalus</i>
Famili	: <i>Sargassaceae</i>
Genus	: <i>Sargassum</i>
Spesies	: <i>Sargassum cristaefolium</i>



Gambar 2. *Sargassum cristaefolium*

Sargassum cristaefolium memiliki ciri-ciri, yaitu thallus bulat pada batang utama dan agak gepeng pada percabangan. Memiliki daun bulat lonjong, pinggir bergerigi dan tebal. Hidup di zona pasang surut bagian tengah hingga subtidal. Menempel pada batu karang atau substrat keras lainnya. Sering membentuk koloni dan substrat keras lainnya. Sering membentuk koloni dan berasosiasi dengan kelompok *Sargassum* dan *Turbinaria* (Tuiyo 2013).

Sargassum merupakan salah satu rumput laut coklat yang mengandung senyawa alginat. Menurut Subaryono (2010) alginat merupakan hidrokoloid alami dari rumput laut coklat yang banyak digunakan pada berbagai industri, baik industri pangan maupun non pangan. Alginat adalah polisakarida yang

merupakan garam dari asam alginat, terdiri dari monomer (1,4)- β -D asam manuronat dan α -L-asam guluronat (Eriningsih *et al.* 2014).

2.2 Probiotik

Probiotik merupakan suplemen pangan berupa mikroba hidup yang berfungsi menyeimbangkan komposisi mikroba pada usus, sehingga menguntungkan dari segi kesehatan (Suhartini 2009). Probiotik dapat mengandung satu atau sejumlah lebih strain mikroorganisme. Produk probiotik pada umumnya berupa Bakteri Asam Laktat (BAL) dan beberapa genus *Bacillus*, namun tidak semua jenis BAL dan bakteri *Bacillus* termasuk dalam probiotik (Manin 2010). Bakteri dapat dikatakan sebagai probiotik jika dapat bertahan melewati lambung dan usus halus, sehingga probiotik harus toleran terhadap suasana asam dan adanya asam empedu (Arief *et al.* 2010).

Probiotik adalah mikroorganisme yang bila dikonsumsi per oral akan memberikan dampak positif bagi kesehatan manusia dan merupakan galur flora usus normal yang dapat diisolasi dari tinja manusia sehat (Firmansyah 2001). Jenis bakteri baik yang tergolong probiotik antara lain *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus Rhamnosus*, dan *Bifidobacterium lactis*. Probiotik akan berfungsi secara efektif bila dapat berinteraksi dengan inangnya atau tubuh manusia (Harti 2009). Menurut penelitian Lacey *et al.* (2012) probiotik merupakan organisme yang dibutuhkan asupannya dalam tubuh perhari sekitar $10^6 - 10^9$ cfu.

2.3 *Lactobacillus acidophilus*

Menurut Mariana dan Susanti (2012) *Lactobacillus acidophilus* (*L. acidophilus*) merupakan salah satu strain bakteri asam laktat yang telah banyak dimanfaatkan sebagai probiotik. Kemampuan *Lactobacillus acidophilus* untuk tumbuh di dalam sistem pencernaan dapat menekan pertumbuhan bakteri

patogen enterik dan memperbaiki keseimbangan mikroflora dalam sistem pencernaan sehingga dapat dimanfaatkan untuk menjaga kesehatan tubuh. Potensi ini menyebabkan *Lactobacillus acidophilus* digunakan sebagai probiotik. Menurut Andriani *et al.* (2008) *Lactobacillus acidophilus* merupakan mikroflora alami pada saluran pencernaan manusia yang dapat memproduksi asam laktat.

Lactobacillus acidophilus adalah salah satu dari delapan genera umum BAL. *Lactobacillus acidophilus* dapat tumbuh baik dengan oksigen ataupun tanpa oksigen, bakteri ini dapat hidup pada lingkungan yang sangat asam sekalipun, seperti pada pH 4-5 atau dibawahnya dan bakteri ini merupakan bakteri homofermentatif yaitu bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai satu-satunya produk akhir (Triana 2007).

Lactobacillus acidophilus merupakan bakteri asam laktat yang termasuk dalam filum *firmicutes* dan famili *lactobacillales* yang mempunyai morfologi berbentuk batang. Menurut Garrity *et al.* (2004), klasifikasi bakteri ini adalah :

Domain	: Bacteria
Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Firmicutes
Order	: Lactobacillales
Family	: Lactobacillaceae
Genus	: Lactobacillus
Specific descriptor	: acidophilus
Scientic name	: Lactobacillus acidophilus



Gambar 3. *Lactobacillus acidophilus* (Google image 2016)

2.4 Edible Film

Edible film adalah lapisan tipis yang melapisi bahan pangan bersifat *biodegradable* dan aman dikonsumsi oleh manusia (Santoso *et al.* 2013). *Edible film* merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan seperti protein, lipida, dan polisakarida yang dilapiskan pada permukaan makanan dengan cara penyemprotan, pencelupan maupun pengemasan. *Edible film* adalah salah satu alternatif kemasan yang tidak menimbulkan masalah lingkungan karena *edible film* bersifat *biodegradable* (Pangesti *et al.* 2014).

Edible film adalah suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang mempunyai sifat hidrokoloid dari protein maupun karbohidrat serta lemak atau campurannya yang dapat memberikan efek pengawetan karena dapat memberikan perlindungan terhadap oksigen, mengurangi penguapan air, memperbaiki penampilan produk serta berfungsi sebagai penghambat transfer massa dan dapat digunakan sebagai pembawa antibakteri yang dapat melindungi produk dari bakteri patogen (Amaliya dan Putri 2014).

Edible film adalah pengemas dari bahan organik yang mempunyai sifat mirip plastik namun bersifat *biodegradable* yang dapat langsung dimakan dan berbentuk lembaran. *Edible film* dapat dibuat dari tiga jenis bahan yaitu hidrokoloid (alginat, karaginan dan pati), lipid (lilin atau wax dan asam lemak), serta komposit dari hidrokoloid dan lipid (Prasetyaningrum *et al.* 2010).

2.4.1 Karakteristik Edible Film

Menurut Safitri *et al.* (2014) *edible film* yang baik untuk bahan pengemas yaitu *film* yang terbentuk transparan, lunak, tidak memiliki bau, dan tidak berwarna. Selain itu, *edible film* yang baik memiliki kemampuan menahan aroma dari produk pangan yang dilapisinya. Sifat yang menentukan kualitas dan penggunaan *edible film* antara kadar air, kelarutan air, pewarnaan pada *edible*

film, ketebalan, nilai transmisi dan transparansi (Dick *et al.* 2015). Ditambahkan oleh Soukoulis *et al.* (2015) bahwa sifat *edible film* juga dipengaruhi oleh transmisi uap air, kuat tarik, elongasi, uji SEM, dan pengujian viabilitas probiotik. Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) juga merupakan hal penting yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas *edible film* (Perez *et al.* 2015).

Edible film harus mempunyai sifat-sifat yang sama dengan *film* kemasan seperti plastik, yaitu dapat menahan air sehingga dapat mencegah kelembaban produk, memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu, mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan warna, pigmen alami, dan gizi, serta menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet, dan penambah aroma dengan tujuan memperbaiki mutu bahan pangan (Listiyawati 2012).

2.4.2 Pembentukan *Edible Film*

Pembentukan *edible film* melalui 3 tahapan yaitu pembentukan emulsi, *casting* atau pencetakan bahan emulsi ke permukaan cetakan yang mempunyai permukaan datar dan licin, kemudian pengeringan. Suhu pengeringan memberi pengaruh terhadap kualitas *edible film* meliputi persen kadar air, ketebalan, persen perpanjangan dan kuat tarik *edible film* (Sari *et al.* 2008). Menurut Safitri *et al.* (2014) *edible film* yang baik untuk bahan pengemas yaitu *film* yang terlihat transparan, lunak, tidak memiliki bau, dan tidak berwarna. Selain itu, *edible film* yang baik memiliki kemampuan menahan aroma dari produk pangan yang dilapisinya.

Pada tahap pembuatan emulsi, campuran bahan baku dengan konsentrasi tertentu ditambahkan *aquades*. Campuran bahan di aduk dan dipanaskan dengan menggunakan *hotplate* pada suhu 60-80 °C. Pada tahapan ini rata-rata bahan berupa rumput laut yang ditambahkan berkisar 5%, yakni 5 g bahan yang

ditambahkan *aquades* hingga volume keseluruhan pada wadah mencapai 100 mL (Fardhyanti dan Syara 2015). Proses pemasakan dan struktur material bahan yang digunakan akan berpengaruh terhadap nilai transmisi uap air yang akan mempengaruhi kualitas *edible film* yang dihasilkan (Sudaryati *et al.* 2010).

2.5 *Plasticizer*

Edible film membutuhkan *plasticizer* dengan berat molekul rendah untuk meningkatkan fleksibilitas dan ketahanannya, dengan cara menginterupsi interaksi rantai polimer (Krisna 2011). *Plasticizer* adalah bahan yang ditambahkan pada pembuatan *edible film* yang bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas karena dapat menurunkan gaya intermolekul sepanjang rantai polimernya, sehingga *film* akan elastis atau lentur (Fardhyanti dan Julianur 2015).

Plasticizer merupakan salah satu bahan tambahan dalam pembuatan *edible film* yang berfungsi untuk menambah sifat elastisitas. Salah satu jenis *plasticizer* yang banyak digunakan selama ini adalah gliserol. Gliserol cukup efektif digunakan untuk meningkatkan sifat plastis *film* karena memiliki berat molekul yang kecil (Huri dan Fitri 2014).

2.5.1 Gliserol

Gliserol merupakan cairan jernih seperti sirup, tidak berwarna, rasa manis, dan netral terhadap lakmus. Nama lain gliserol adalah gliserin dengan rumus molekul $C_3H_8O_3$ dan bobot molekul 92,09 (Herma 2007). 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 *edible film*. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan sifat mekanik

edible film. Perubahan sifat mekanik dapat diamati melalui uji kekuatan tarik dan kemuluran *edible film* (Fatma *et al.* 2015).

Gliserol adalah senyawa alkohol, yang memiliki gugus hidroksil dengan jumlah tiga buah. Senyawa ini merupakan produk sampingan dari produksi biodiesel pada reaksi transesterifikasi. Karakteristiknya adalah tidak berbau, tidak berwarna, kental dan memiliki rasa manis. Pemurnian perlu dilakukan, jika digunakan pada industri makanan yakni dengan menggunakan proses destilasi (Prasetyo *et al.* 2012). Destilasi adalah suatu teknik yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen dalam suatu campuran atau larutan yang memiliki perbedaan titik didih (Walangare *et al.* 2013).

2.6 Sifat *Edible Film*

2.6.1 Kadar Air

Penentuan kadar air merupakan cara untuk menghitung jumlah presentase kadar air pada *edible film* karena kadar air pada *edible film* harus serendah mungkin sehingga pembungkus dapat tahan terhadap air. Bahan pangan yang kadar airnya cukup tinggi tidak begitu tahan lama dalam penyimpanannya karena air adalah medium tumbuhnya bakteri (Kasfillah 2013). 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).

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).

2.6.2 Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air adalah laju aliran uap air melalui suatu unit area pada waktu tertentu dan juga pada kondisi tertentu. Nilai laju transmisi uap air terendah menunjukkan bahwa *edible film* tersebut paling bagus dan mampu secara baik dalam menahan laju uap air (Diova *et al.* 2013). *Edible film* dengan bahan dasar polisakarida umumnya ketahanan terhadap uap airnya rendah. *Film* hidrofilik seringkali memperlihatkan hubungan-hubungan positif antara ketebalan dan permeabilitas uap air. Nilai laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh struktur bahan pembentuk dan konsentrasi *plasticizer*. Penambahan *plasticizer* seperti gliserol akan meningkatkan permeabilitas *film* terhadap uap air karena gliserol bersifat hidrofilik (Krisna 2011).

Menurut Riandini (2014), nilai transmisi uap air dipengaruhi oleh suhu pengeringan *edible film*. Hal itu dikarenakan jumlah air dalam *edible film* dapat menyebabkan perubahan struktur rongga atau pori-pori granula pati. Apabila rongga atau pori-pori kosong akan menyebabkan mudahnya uap air melewati pori-pori sehingga nilai transmisi uap air jadi menurun. Laju transmisi uap air atau *Water Vapour Transmission Rate (WVTR)* adalah laju transmisi uap air melalui satu unit luasan bahan dengan ketebalan tertentu dan permukaannya rata, sebagai akibat dari suatu perbedaan unit tekanan uap antara dua permukaan tertentu pada suhu dan kondisi tertentu (Jacoeb *et al.* 2014).

2.6.3 Tensile Strength

Sifat kuat tarik merupakan suatu sifat fisik yang berhubungan dengan kekuatan *film* untuk menahan kerusakan fisik pada saat pengemasan. *Film* dengan nilai kuat tarik paling tinggi diharapkan dapat menahan kerusakan fisik

maksimal, sehingga kerusakan yang akan diterima oleh produk menjadi minimal (Murdinah *et al.* 2007). Pengukuran ini untuk mengetahui besarnya gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area *film*. Sifat *tensile strength* tergantung pada konsentrasi dan jenis bahan penyusun *edible film* terutama sifat kohesi struktural. Kohesi struktural adalah kemampuan polimer untuk menentukan kuat atau tidak ikatan antar rantai polimer (Krisna 2011). Menurut Bakri dan Sri (2006) kekuatan tarik suatu bahan ditetapkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang. Kekuatan tarik merupakan efek dari adanya deformasi elastis yang masih terus berlanjut sehingga terjadi adanya deformasi plastis.

Pembuatan *edible film* dari protein dapat mempengaruhi kuat tarik *film* tersebut, kuat tarik akan menurun karena reduksi interaksi intermolekul rantai protein sehingga matriks *film* yang terbentuk akan semakin sedikit. Kuat tarik *edible film* yang dihasilkan juga berbanding terbalik dengan nilai ketebalan *edible film*. (Sinaga *et al.* 2013). Penambahan konsentrasi *plasticizer* juga akan berpengaruh terhadap nilai kuat tarik *edible film* (Syarifuddin dan Yunianta 2015).

2.6.4 Elongasi

Persen pemanjangan merupakan persentase perubahan panjang *film* pada saat *film* ditarik. Perpanjangan panjang tersebut dapat dilihat pada saat *film* sobek (Murdinah *et al.* 2007). Semakin besar nilai pemanjangan semakin baik *edible film* karena lebih elastis dan tidak mudah sobek. Selain jenis bahan yang berbeda, penggunaan konsentrasi *plasticizer* yang tinggi dapat menyebabkan perbedaan nilai pemanjangan tersebut. Kecilnya nilai pemanjangan *edible film* pada penelitian ini juga berkaitan dengan relatif tipisnya *edible film* yang dihasilkan sehingga mudah putus bila ditarik (Yulianti dan Ginting 2012). Menurut Purwanti (2010) persentasi pemanjangan merupakan representasi kuantitatif

kemampuan *film* untuk meregang yaitu didedinisikan sebagai fraksi perubahan panjang bahan sebagai efek dari deformasi atau perubahan bentuk.

2.6.5 Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan *film* sebagai pengemas (Diova *et al.* 2013). Ketebalan juga sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik *edible film*, seperti *tensile strength*, *elongation*, dan *water vapor transmission rate* (WVTR). Faktor yang dapat mempengaruhi ketebalan *edible film* adalah konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk *film* dan ukuran plat pencetak. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan *film* akan meningkat. Sebagai kemasan, semakin tebal *edible film* maka kemampuan penahanannya semakin besar, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang (Krisna 2011).

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 sifat fisik lainnya seperti kuat tarik dan pemanjangan yang dihasilkan saat pemutusan *edible film* (Sinaga *et al.* 2013).

2.6.6 Kelarutan

Kelarutan adalah persentase nilai kelarutan *edible film* di dalam air suling dengan waktu tertentu. Nilai kelarutan yang tinggi menunjukkan bahwa *film* semakin mudah untuk dikonsumsi (Syarifuddin dan Yuniarta 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 hydrogen) 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).

2.7 Parameter Kualitas *Edible Film*

Sifat-sifat *edible film* seperti sifat mekanik dapat menentukan kualitas *edible film* yang dihasilkan. Sifat mekanik ini meliputi nilai kuat tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan (*elongation*). Selain sifat mekanik sifat kimia (nilai kadar air) juga mempengaruhi *film* yang dihasilkan. Sifat mekanik *edible film* ditentukan oleh komposisi bahan disamping proses pembuatan dan metode aplikasinya yang dapat mempengaruhi fungsi dan penampilan *edible film*.

Standar *edible film* dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Standar *edible film*

Jenis standar <i>edible film</i>	Standar
Ketebalan maksimum	0,25 mm
Transmisi uap air maksimum	7 g/m ² hari
<i>Tensile strength</i> minimal	50 gf/cm ² (0,005 Mpa)
Perpanjangan minimal	70%

Sumber: JIS (*Japanese Industrial Standart*) (1975).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari bahan pembuatan sol (rumpun laut segar), *edible film*, bahan kultur bakteri, dan bahan uji. Bahan untuk pembuatan sol antara lain : *Eucheuma cottonii*, *Sargassum cristaefolium*, dan *aquades*. Bahan untuk pembuatan *edible film* terdiri dari campuran *Eucheuma cottonii*, *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, dan air bersih.

Bahan yang digunakan untuk pengujian transmisi uap air adalah sampel *edible film* yang sudah dipotong, *aquades*, *silica gel*, dan kertas label, sedangkan pada pengujian kadar air yaitu sampel *edible film* dan kertas label. Bahan yang digunakan untuk pengujian ketebalan, kuat tarik, dan perpanjangan adalah sampel *edible film* yang telah dibentuk dan kertas label. Bahan yang digunakan untuk pengujian total BAL adalah *edible film*, *aquades*, NaCl, MRSA, kertas label, Na fisiologis, kapas steril dan *tissue*.

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 (rumpun laut segar), alat pembuatan kultur bakteri, dan alat proses pembuatan *edible film*. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan sol (rumpun laut segar) antara lain yaitu beaker glass 250 mL, timbangan digital, baskom, gelas ukur 100mL. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan kultur bakteri antara lain : cawan petri, bunsen, tabung reaksi,

rak tabung reaksi, erlenmeyer 250 mL, *autoclave*, *incase*, pipet volume 100 mL, dan *laminar air flow*. Sedangkan alat yang digunakan dalam pembuatan *edible film* antara lain: *beaker glass* 250mL, gelas ukur 100 mL, erlenmeyer 250 mL, timbangan digital, spatula, *magnetic stirer*, *hotplate*, oven, nampan.

Alat-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 total BAL antara lain :bunsen, cawan petri, *autoclave*, *laminar air flow*, *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* (FE-SEM,S-4700, Hitachi, Tokyo,Japan) dengan percepatan tegangan 5.0 kV.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dibagi menjadi dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Metode eksperimen adalah suatu cara atau langkah-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 – variabel penelitian merupakan gambaran sifat suatu benda dari obyek penelitian dengan bermacam-macam nilai. Variabel dibedakan menjadi 2 antara lain variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang dipilih sebagai variabel yang sengaja dipelajari pengaruhnya terhadap variabel terikat, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang menjadi pusat percobaan (Nasir, 1988).

Variabel bebas yang ada pada penelitian ini adalah konsentrasi *Lactobacillus acidophilus*, *Eucheuma cottonii*, dan *Sargassum cristaefolium*. Variabel terikat dari penelitian ini yaitu kualitas *edible film* yang terbuat dari bahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Kualitas *edible film* diukur dengan beberapa parameter uji yang meliputi uji mikrobiologi, uji kimia, dan uji fisika. Uji mikrobiologi terdiri dari uji total BAL (Bakteri Asam Laktat) *Lactobacillus acidophilus*. Uji fisika terdiri dari *uji tensile strength*, *elongasi*, dan ketebalan. Sedangkan uji kimia meliputi uji kadar air, kelarutan, dan uji transmisi uap air.

3.3 Rangkaian Penelitian

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

3.3.1.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kecocokan bahan yang digunakan yaitu *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* sebagai bahan *edible film*. Hasil dari penelitian ini akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan membuat perbandingan penggunaan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang berbeda dan mengetahui konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan

Sargassum cristaefolium yang tepat untuk menghasilkan kualitas *edible film* yang baik. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan membuat *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan 5 perbandingan yang berbeda.

Sedangkan rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana, menurut Sastroupadi (2000) Rancangan Acak Lengkap adalah rancangan yang digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga banyak digunakan untuk percobaan di laboratorium, rumah kaca, dan, peternakan.

Adapun banyaknya pengulangan pada penelitian ini didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} : nilai pengamatan pada perlakuan ke- i , ulangan ke- j

μ : rata-rata umum

α_i : pengaruh perlakuan ke- i

ϵ_{ij} : galat pada perlakuan ke- i , ulangan ke- j

Penentuan ulangan adalah sebagai berikut:

$t(n-1) \geq 15$ dengan t = jumlah perlakuan n = jumlah ulangan

$5(n-1) \geq 15$

$5n-5 \geq 15$

$5n \geq 20$

$n \geq 4$

Jadi, dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa jumlah ulangan pada penelitian pendahuluan adalah 4 kali ulangan. Atau untuk lebih jelasnya mengenai jumlah ulangan pada penelitian pendahuluan ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rancangan Percobaan Penelitian Pendahuluan

Konsentrasi <i>Eucheuma</i> <i>Sargassum cristaefolium</i>	Perbandingan <i>Cottonii</i> dan	Ulangan			
		1	2	3	4
A1		A1U1	A1 U2	A1 U3	A1 U4
A2		A2 U1	A2 U2	A2 U3	A2 U4
A3		A3 U1	A3 U2	A3 U3	A3 U4
A4		A4 U1	A4 U2	A4 U3	A4 U4
A5		A5 U1	A5 U2	A5 U3	A5 U4

Keterangan :

- A1 : Konsentrasi *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (2 : 0)
 A2 : Konsentrasi *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (0 : 2)
 A3 : Konsentrasi *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1 : 1)
 A4 : Konsentrasi *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (0,5 : 1,5)
 A5 : Konsentrasi *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1,5 : 0,5)

3.3.1.2 Prosedur Penelitian Pendahuluan

Prosedur kerja penelitian pendahuluan yaitu:

1. Pembuatan sol rumput laut

Pembuatan sol dengan perbandingan konsentrasi bahan yang berbeda yaitu A1 (2:0), A2 (0:2), A3 (1:1), A4 (0,5:1,5), A5 (1,5:0,5). Proses pembuatan sol dilakukan dengan menggunakan metode Hardoko (2008) yang sudah dimodifikasi. Rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dicuci hingga bersih dan kemudian dikeringkan. Setelah itu, ditimbang sesuai dengan perlakuan dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 500 mL dan ditambahkan *aquades* sebanyak 97 g dan direndam selama 8-12 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* menurut Wan *et al.* (2015) yang sudah dimodifikasi yaitu pertama setelah penghalusan rumput laut kemudian ditambahkan gliserol sebanyak 1%. Selanjutnya dipanaskan dalam *waterbath* dengan

suhu 80°C selama 30 menit. Setelah homogen tuang larutan dalam nampan plastik dan diratakan. Kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 45°C selama 24 jam.

3. *Edible film* yang sudah terbentuk kemudian diuji kadar air, transmisi uap air, ketebalan, *tensile strength*, dan *elongasi*.
4. Dilakukan analisa sidik ragam (ANOVA) dan jika berbeda nyata dilakukan uji lanjut BNT.
5. *Edible film* dipilih perlakuan yang terbaik.

3.3.2 Penelitian Utama

3.3.2.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Prosedur penelitian utama ini meliputi pembuatan *edible film* dari rumput laut segar *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan konsentrasi probiotik *Lactobacillus acidophilus*. Formulasi pembuatan *edible film* pada penelitian utama didasarkan dari hasil terbaik pada penelitian pendahuluan. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian utama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan jumlah variabel bebas sebanyak satu yaitu konsentrasi probiotik *Lactobacillus acidophilus*. Pada penelitian utama terdapat 6 perlakuan.

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

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} : nilai pengamatan pada perlakuan ke- i , ulangan ke- j

μ : rata-rata umum

α_i : pengaruh perlakuan ke- i

ϵ_{ij} : galat pada perlakuan ke- i , ulangan ke- j

Penentuan ulangan adalah sebagai berikut:

$t(n-1) \geq 15$ dengan t = jumlah perlakuan n = jumlah ulangan

$6(n-1) \geq 15$

$6n-6 \geq 15$

$6n \geq 21$

$n \geq 3.5 \approx 4$

Jadi, 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 3.

Tabel 3. Rancangan Percobaan pada Penelitian Utama

Konsentrasi Perbandingan <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Ulangan			
	1	2	3	4
A1	A1U1	A1U2	A1U3	A1U4
A2	A2U1	A2U2	A2U3	A1U4
A3	A3U1	A3U2	A3U3	A1U4
A4	A4U1	A4U2	A4U3	A1U4
A5	A5U1	A5U2	A5U3	A1U4
A6	A6U1	A6U2	A6U3	A1U4

Keterangan :

- A1 : Konsentrasi probiotik 5% terhadap 95% sol
 A2 : Konsentrasi probiotik 6% terhadap 94% sol
 A3 : Konsentrasi probiotik 7% terhadap 93% sol
 A4 : Konsentrasi probiotik 8% terhadap 92% sol
 A5 : Konsentrasi probiotik 9% terhadap 91% sol
 A6 : Konsentrasi probiotik 10% terhadap 90% sol

3.3.2.2 Prosedur Penelitian Utama

Prosedur penelitian utama terdiri dari beberapa tahapan, yaitu meliputi:

1. Prosedur Pembuatan Kultur

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

2. Pembuatan 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* 1,5% dan *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 \pm 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 nampak plastik dan dikeringkan pada oven dengan suhu 45°C selama 24 jam.

3. Kemudian dilakukan pengujian *edible film* yang meliputi: uji total BAL, uji kadar air, uji transmisi uap air, uji ketebalan, uji *tensile strength*, uji *elongasi*.
4. Dilakukan analisa sidik ragam (ANOVA) dan jika berbeda nyata dilakukan uji lanjut *Duncan*.
5. Pemilihan perlakuan terpilih.
6. Dilakukan uji SEM.

3.4 Prosedur Analisis Parameter Uji

3.4.1 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 :

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

3.4.2 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 (W_i). Sampel *edible film* ditambahkan *aquades* dan direndam selama 24 jam pada suhu 25°C. Kemudian sampel di saring menggunakan kertas saring. Pada bagian yang tidak larut dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam. Kemudian ditimbang berat bahan akhir (W_f). Perlakuan ini dilakukan 4 kali ulangan. Kelarutan air dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

3.4.3 Ketebalan (Dick *et al.*, 2015)

Pengukuran ketebalan *edible film* dilakukan dengan menggunakan alat *electronic digital micrometer* yang memiliki ketelitian 0,001 mm. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik pada *film*. Kemudian untuk menghitung ketebalan *edible film* dilakukan perhitungan rata-rata dari beberapa titik yang dilakukan pengukuran.

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

Analisa laju transmisi uap air pada *edible film* dengan penambahan bakteri probiotik ditentukan secara gravimetri dengan cara sampel pada *edible film* dipotong persegi (4cmx 4cm) dan ketebalan rata-rata diukur. *Aquades* sebanyak 10 mL diletakkan dalam *beaker glass* kemudian *edible film* yang sudah dipotong diletakkan pada *beaker glass*. Setelah itu *edible film* dimasukkan dalam desikator yang berisi *silika gel*. Berat *beaker glass* diamati selama 24 jam.

$$WVP = \frac{\Delta W}{t \times A}$$

Dimana, W = perubahan berat *edible film* setelah 24 jam
 t = waktu (24 jam)
 A = luas area permukaan *film* (m²)

3.4.5 Tensile Strength dan Elongasi (Soukoulis *et al.* 2015)

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 ± 5 kg dengan kecepatan 1 mm/detik. Rumus untuk menghitung *tensile strength* dan *elongasi edible film* adalah sebagai berikut :

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

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

Dimana:

F_{max} : gaya saat putus (N)
 A : ketebalan (mm)
 L : panjang *film* saat putus
 L₀ : panjang awal

3.4.6 Pengujian Total BAL (SNI, 2006)

Sebanyak 1 g *edible film* yang mengandung bakteri probiotik diencerkan dalam 9 mL Nafis dan setiap pengenceran dilakukan secara bertingkat. Kemudian ditumbuhkan pada media MRSA dan disimpan pada suhu 37°C selama 72 jam dalam kondisi anaerob. Kemudian dilakukan perhitungan bakteri dan total jumlah bakteri dinyatakan dalam log koloni unit per g (log cfu/g). Perhitungan Total BAL dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{\sum c}{[(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2)] \times (d)}$$

Dimana :

N : jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per mL atau koloni per g

$\sum c$: 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

3.4.7 Analisa 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 vibrasional 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 penstransmian 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 (cm^{-1}) atau panjang gelombang (μm).

Analisa gugus fungsi dengan FTIR pada bahan-bahan *edible film* dilakukan dengan cara 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.

3.4.8 Analisa SEM (*Scanning Electron Microscope*) *Edible Film*

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 Swift ED 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: $D= 4,5 \text{ mm}$), memiliki sensitivitas detektor tinggi dengan ukuran gambar 1280x960 pixels (maksimum) dan 640x480 (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/max250 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 atur 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 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 (AIR yang berkedip dan berwarna kuning) untuk mengakhiri proses *vacuum* sampel. Kemudian ditarik *handle* pada tempat sampel dan sampel dikeluarkan dari *ceMBER* , kemudian dimatikan SEM dengan menekan tombol on/off dan dicabut kabel SEM dari sumber listrik.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bahan Baku

4.1.1 Rumput Laut

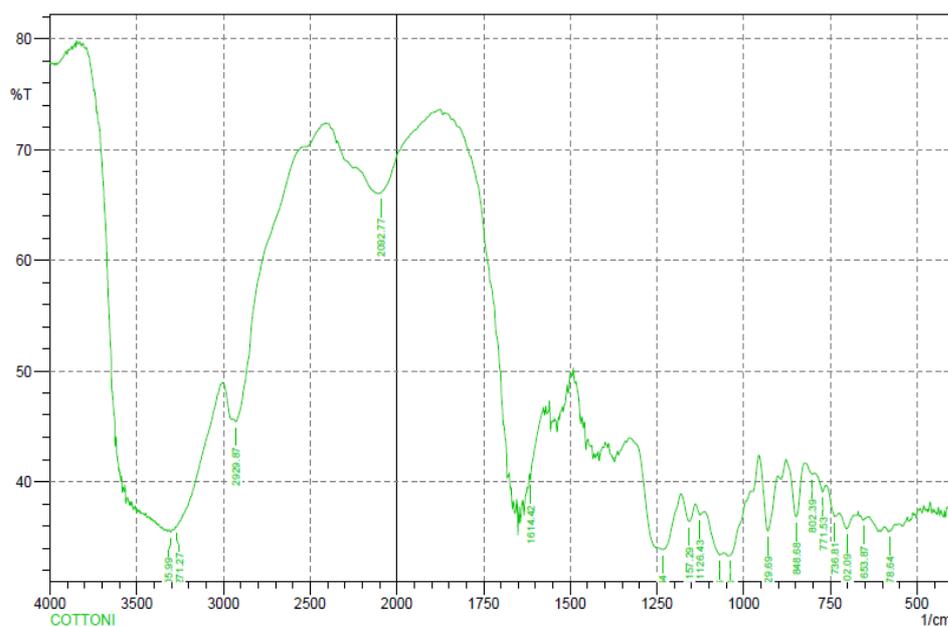
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa rumput laut dari jenis *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang diperoleh dari daerah Madura. Rumput laut tersebut digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan *edible film* dengan bentuk sol. Pembuatan *edible film* dengan sol rumput laut ini merupakan salah satu cara untuk mengolah produksi rumput laut yang melimpah dan penanganan pasca panen dengan teknologi pemanfaatan yang mudah pengaplikasiannya oleh nelayan. Hidrokoloid dapat diperoleh dari rumput laut dalam bentuk sol tanpa mengalami proses pengolahan yang rumit, murah, mudah dan kandungan nutrisinya tetap terjaga. Sebelum dilakukan pembuatan *edible film* rumput laut dicuci bersih dan dikeringkan kemudian dilakukan uji FTIR.

4.2 Penelitian Pendahuluan

4.2.1 Uji FTIR Rumput Laut

4.2.1.1 *Eucheuma cottonii*

Eucheuma cottonii merupakan salah satu rumput laut dari jenis alga merah. *Eucheuma cottonii* mampu menghasilkan kappa karaginan, sehingga sering disebut sebagai *Kappaphycus alvarezii*. *Eucheuma cottonii* yang didapatkan dari Madura kemudian dicuci bersih dan dikeringkan, kemudian dilakukan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR merk SHIMADZHU di laboratorium sentral MIPA Universitas Negeri Malang. Pengukuran data dilakukan pada daerah bilangan gelombang 500-4000 cm^{-1} . Spektra hasil uji FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil FTIR *E. cottonii* pada Penelitian Pendahuluan.

Berdasarkan hasil karakteristik dengan spektra pada Gambar 4. Menunjukkan beberapa gugus fungsional yang terkandung pada *Eucheuma cottonii*, yang menghasilkan pada tiap puncak gelombang. Muncul puncak pada bilangan gelombang 702-848,68 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatic, muncul puncak pada bilangan gelombang 702-929,69 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-H alkena, muncul puncak pada bilangan gelombang 1068-1234,44 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-O alkohol/eter/asam karboksilat/ester, muncul puncak pada bilangan gelombang 1614,42 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C=C alkena, muncul puncak pada bilangan gelombang 2092-2929,87 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-H alkana, muncul puncak pada bilangan gelombang 3271,27 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus O-H alkohol ikatan hydrogen/fenol, muncul puncak pada bilangan gelombang 3305,99 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus N-H amina/amida.

Hasil analisa spektra FTIR *Eucheuma cottonii* tersebut selanjutnya dibandingkan dengan hasil penelitian Zulferiyenni *et al.* (2014) tentang pengaruh

konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap karakteristik biodegradable film berbasis ampas rumput laut *Eucheuma cottonii* yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Gugus Fungsi *Eucheuma cottonii* dibandingkan dengan Literatur

Puncak Gelombang (cm ⁻¹) [*]	Puncak Gelombang (cm ⁻¹) ^{**}	Gugus Fungsi
929,69	899,35	C-H
1614,42	1646,06	C=C
2929,87	2903,90	C-H

Keterangan : ^{*}) : Panjang Gelombang *Eucheuma cottonii* hasil penelitian
^{**}) : Zulferiyenni *et al.* (2014)

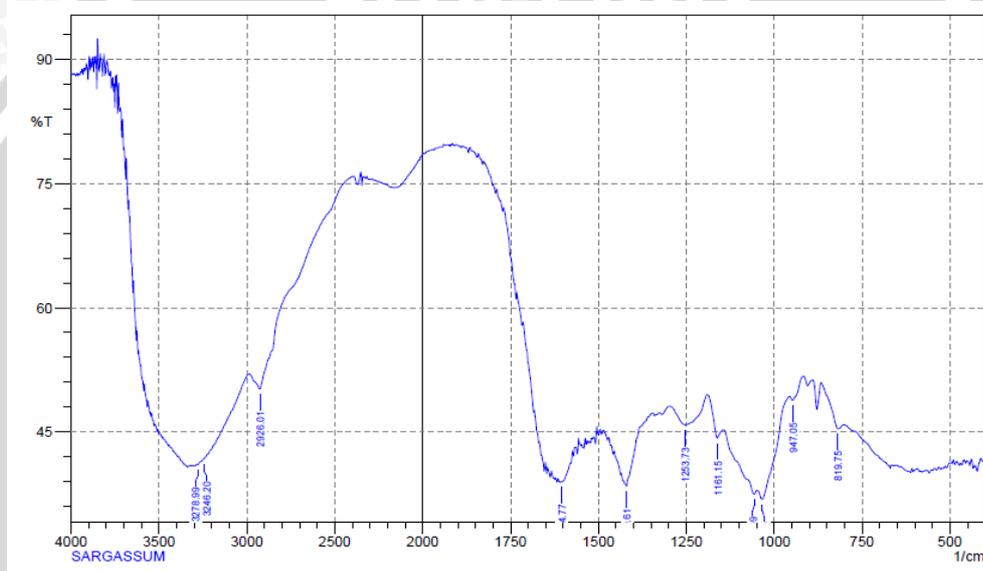
Hasil spektra FTIR *Eucheuma cottonii* pada Tabel, menunjukkan adanya gugus fungsi yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zulferiyenni *et al.* (2014), terdapat puncak pada bilangan gelombang 899,45 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-H alkena, selanjutnya pada bilangan gelombang 1646,06 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C=C alkena, dan terdapat puncak pada bilangan gelombang 2903,90 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-H alkana.

Dari hasil spektra FTIR *Eucheuma cottonii* menunjukkan bahwa adanya senyawa karaginan yang ditandai dengan munculnya puncak pada bilangan gelombang 929,69 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus 3,6-anhidrogalaktosa, muncul puncak pada bilangan gelombang 1068 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya ikatan glikosidik, muncul puncak pada bilangan gelombang 1234,44 cm⁻¹ yang menunjukkan ikatan ester sulfat, dan muncul puncak pada bilangan gelombang 848,68 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus galaktosa 4 sulfat yang mengidentifikasi jenis dari *Kappa-caragenan*. Hal ini didukung oleh pernyataan Glicksman (1983), yang menyatakan bahwa bilangan gelombang 1220-1260 cm⁻¹ pada semua polisakarida menunjukkan adanya gugus ester sulfat, puncak pada bilangan gelombang 1010-1080 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan glikosidik, puncak pada bilangan gelombang 928-933 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa, puncak pada panjang gelombang 825-830 cm⁻¹ menunjukkan adanya

galaktosa-2-sulfat, puncak pada bilangan gelombang 810-820 cm^{-1} menunjukkan adanya galaktosa-6-sulfat.

4.2.1.2 *Sargassum cristaefolium*

Rumput laut *Sargassum cristaefolium* yang digunakan bersal dari perairan pulau Madura. *Sargassum cristaefolium* selanjutnya dicuci bersih dan dikeringkan. Hasil analisa uji FTIR *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil FTIR *Sargassum cristaefolium* pada Penelitian Pendahuluan.

Berdasarkan hasil karakteristik dengan spektra pada Gambar 5. Menunjukkan beberapa gugus fungsional yang terkandung pada *Sargassum cristaefolium*, yang menghasilkan pada tiap puncak gelombang. Muncul puncak pada bilangan gelombang 819,75-947,05 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-H aken, muncul puncak pada bilangan gelombang 1033,85 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-O-C, muncul puncak pada bilangan gelombang 1056,99-1253,73 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-O alkohol/eter/asam karboksilat/ester, muncul puncak pada bilangan gelombang 1419,61 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus -C-OH, muncul puncak pada bilangan gelombang

1604,77 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C=O, muncul puncak pada bilangan gelombang 2926,01 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-H alkana, muncul puncak pada bilangan gelombang 3246,2-3278,99 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus O-H alkohol ikatan hidrogen, fenol.

Hasil analisa spektra FTIR *Sargassum cristaefolium* tersebut selanjutnya dibandingkan dengan hasil penelitian Jayanudin *et al.* (2014) tentang pengaruh suhu dan rasio pelarut ekstraksi terhadap rendemen dan viskositas natrium alginat dari rumput laut coklat (*Sargassum sp*) yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Gugus Fungsi *Sargassum cristaefolium* dibandingkan dengan Literatur

Puncak Gelombang (cm^{-1}) [*]	Puncak Gelombang (cm^{-1}) ^{**}	Gugus Fungsi
1033,85	1026,17	-COOH
1419,61	1418,71	-C-OH
1604,77	1605,81	Karbonil (C=O)
3246,2 – 3278,99	3448,87	Hidroksil (O-H)

Keterangan : ^{*}) : Panjang Gelombang *Eucheuma cottonii* hasil penelitian
^{**}) : Jayanudin *et al.* (2014)

Hasil spektra FTIR *Sargassum cristaefolium* pada Tabel 5. menunjukkan adanya gugus fungsi yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jayanudin *et al.* (2014), terdapat puncak pada bilangan gelombang 1026,17 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan C-O-C dan -COOH, selanjutnya pada bilangan gelombang 1418,71 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan -C-OH, terdapat puncak pada bilangan gelombang 1605,81 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan karbonil (C=O) dan terdapat puncak pada bilangan gelombang 3448,87 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan hidroksil (O-H).

Dari hasil uji FTIR dapat diketahui bahwa *Sargassum cristaefolium* mengandung senyawa alginat karena terdapat gugus hidroksil, karbonil, dan ikatan-ikatan antar karbon -C-O-C dan -COOH. Hal ini didukung oleh pernyataan Mushollaeni dan Endang (2011) bahwa adanya ikatan hidroksil, karbonil, ikatan C-OH dan ikatan C-O-C menandakan rumput laut alga coklat mengandung alginat.

4.2.1.3 *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*

Dari hasil uji FTIR dapat diketahui bahwa *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* memiliki beberapa gugus fungsi yang sama. Kesamaan gugus fungsi antara keduanya dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Kesamaan Gugus Fungsi *E. cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*

Puncak Gelombang cm ⁻¹		Gugus Fungsi
<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Sargassum cristaefolium</i>	
702-848,68	819,75	C-H cincin aromatik
927,69	947,05	C-H alkana
1068-1234,44	1056,99-1161,15	C-O
2092-2929,87	1419-2926,07	C-H alkana
3271,27	3246,2-3278,95	Hidroksil (O-H)

Pada Tabel 6. Menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki antara *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yaitu adanya gugus C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 690-900 cm⁻¹, gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 675-995 cm⁻¹, gugus C-O alkohol/eter/seter/asam karboksilat yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1050-1300 cm⁻¹, gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970 cm⁻¹, gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3200-3600 cm⁻¹.

4.2.2 Hasil Pengujian Karakter Fisik dan Kimia *Edible Film*

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mencari perbandingan konsentrasi campuran rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dalam bentuk sol pada pembuatan *edible film* dengan karakteristik terbaik. Berdasarkan hasil ANOVA dan dengan uji lanjut BNT didapatkan hasil terbaik perbandingan konsentrasi campuran rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dalam bentuk sol (segar). Hasil setiap uji karakteristik *edible film* dalam penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji *Edible Film* pada Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Kadar air (%)	Transmisi uap air (g/m ² .hari)	Ketebalan (μm)	Elongasi (%)	Tensile strength (N/mm ²)
A1 (2:0)	19,47±1,55 ^b	28,80±1,00 ^c	72,86±2,42 ^b	10,52±1,53 ^c	3,60±0,94 ^b
A3 (1:1)	20,63±0,89 ^{bc}	23,59±2,49 ^b	66,89±1,52 ^a	4,51±1,89 ^{ab}	2,14±0,64 ^a
A4 (0,5:1,5)	22,23±1,48 ^c	20,31±0,73 ^a	93,11±1,47 ^c	2,54±0,75 ^a	1,87±0,28 ^a
A5 (1,5:0,5)	17,77±1,77 ^a	24,42±0,86 ^b	65,36±1,62 ^a	6,94±1,98 ^b	2,57±0,51 ^a

Dari analisis ragam (ANOVA), dengan menggunakan derajat kesalahan 0,05% dan derajat kepercayaan 95% didapatkan bahwa ada pengaruh nyata dari setiap perbandingan konsentrasi rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Oleh sebab itu perlu dilakukan uji lanjut BNT pada setiap uji yang memberikan pengaruh beda nyata dan pemberian notasi. Sehingga dapat diketahui perbandingan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang terbaik dari masing-masing karakteristik yang diuji.

Pada Tabel 5. Menunjukkan % kadar air tertinggi adalah pada perbandingan *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* adalah 25% : 75% yaitu sebesar 22,23%. Sedangkan kadar air terendah pada perbandingan *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* adalah 75% : 25% yaitu sebesar 17,77%. Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa semakin banyak kandungan *Sargassum cristaefolium* kadar air *edible film* cenderung naik. Hal ini dimungkinkan karena *Sargassum cristaefolium* bersifat hidrofilik sehingga dapat mengikat air dan menyebabkan kandungan airnya tinggi. Dengan adanya penambahan *Sargassum cristaefolium* pada bahan pembuatan *edible film* diduga dapat memutuskan rantai *helix* karena adanya garam guluronat yang terdapat pada *Sargassum cristaefolium*. Hal ini sesuai dengan pendapat Paula *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa adanya garam akan mempengaruhi tingkat gelasi, karena garam tersebut akan merusak kumparan *helix* sehingga menurunkan kadar gelasi. Ditambahkan oleh Zailanie *et al.* (2001), bahwa pada *Sargassum cristaefolium* terdapat garam guluronat yang mana senyawa tersebut

sifatnya dapat mengental. Hal ini mengakibatkan air yang terdapat pada *edible film* akan terperangkap oleh gliserol sehingga akan meningkatkan nilai kadar air. Sudaryati *et al.* (2010), mengatakan bahwa gliserol merupakan jenis *plasticizer* yang bersifat hidrofilik sehingga mempunyai kemampuan mengikat air. Keberadaan adanya gugus hidrofilik dalam matriks *edible film* menyebabkan air terikat sehingga kadar air akan cenderung tinggi. Perlakuan A5 digunakan sebagai dasar perbandingan bahan pada penelitian utama karena memiliki nilai kadar air yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Winarno 1997).

Dari hasil pengujian transmisi uap air dapat disimpulkan bahwa perbandingan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan konsentrasi yang berbeda dapat berpengaruh terhadap nilai transmisi uap air *edible film Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Hasil pengujian transmisi uap air didapatkan nilai tertinggi adalah pada perbandingan *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* adalah 100% : 0% yaitu sebesar 28,80 g/m²jam. Sedangkan transmisi uap air terendah pada perbandingan *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* adalah 25% : 75% yaitu sebesar 20,31%. Dari tabel 5, dapat disimpulkan bahwa perbandingan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan konsentrasi yang berbeda dapat berpengaruh terhadap nilai transmisi uap air *edible film Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Hasil tertinggi didapat oleh *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dengan konsentrasi 100%. Dengan penambahan konsentrasi *Sargassum cristaefolium* dapat mempengaruhi penurunan hasil dari parameter transmisi uap air. Apabila dibandingkan dengan hasil *elongasi* pada penelitian Diova *et al.* (2013) yaitu sebesar 13,31-15,89%, nilai pada penelitian ini masih rendah.

Handito (2011), menyebutkan bahwa semakin banyak jumlah material bahan yang ditambahkan bersifat hidrofilik dalam matriks *film*, maka akan memperluas daerah permukaan *film* yang dapat digunakan untuk transfer uap air sehingga laju transmisi uap airnya menjadi tinggi.

Hasil pengujian ketebalan didapatkan nilai tertinggi adalah pada perbandingan *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* adalah 25% : 75% yaitu sebesar 93,11 μm . Sedangkan ketebalan terendah terendah pada perbandingan *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* adalah 75% : 25% yaitu sebesar 65,36 μm . Data hasil pengujian tersebut masih masuk ke dalam standar ketebalan *edible film* pada pengujian yang dilakukan oleh Pascall dan Lin (2013) yaitu sebesar 0,05-0,025 mm. Dari hasil pengujian ketebalan dapat diketahui bahwa semakin banyak kandungan *Sargassum cristaefolium* nilai ketebalan *edible film* cenderung naik. Hal ini dimungkinkan karena *Sargassum cristaefolium* bersifat hidrofilik sehingga larut dalam air. Oleh sebab itu jumlah padatan terlarut semakin banyak dan menyebabkan ketebalan dari *edible film* juga semakin tinggi. Selain itu, ketebalan yang berbeda juga dipengaruhi oleh plat pencetak yang tidak seragam dan luas penampang cetakan yang tidak seragam pula. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Handito (2011), perbedaan yang nyata dari ketebalan *edible film* disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi tepung karaginan yang digunakan, maka akan mengakibatkan total bahan padatan yang ada dalam larutan pembentuk *film*, sehingga setelah proses pengeringan akan menghasilkan *film* yang lebih tebal. Ditambahkan oleh Ningrum (2015), bahwa uji ketebalan bukan merupakan suatu parameter utama pada karakteristik *edible film* karena ketebalan dipengaruhi oleh volume dari larutan, luas penampang dari cetakan, dan banyaknya total padatan dan larutan.

Hasil pengujian % *elongasi* dan kuat tarik didapatkan nilai tertinggi adalah pada perbandingan *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* adalah 100% : 0% yaitu sebesar 10,52% dan 3,60 N/cm². Sedangkan *elongasi* dan kuat tarik terendah pada perbandingan *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* adalah 25% : 75% yaitu sebesar 2,54% dan 1,87 N/mm². Dari hasil pengujian *Elongasi* dan kuat tarik dapat diketahui bahwa semakin banyak kandungan *Eucheuma cottonii* maka nilai *elongasi* dan kuat tarik *edible film* cenderung naik dikarenakan *Eucheuma cottonii* dapat membentuk gel dan merupakan penghasil kappa karaginan sedangkan *Sargassum cristaefolium* dalam bentuk segar tidak dapat membentuk *gel* karena diduga mengandung garam guluronat. Sehingga *Eucheuma cottonii* memiliki kekuatan gel yang lebih baik dibanding dengan *Sargassum cristaefolium*. Oleh sebab itu, *edible film* yang mengandung banyak *Sargassum cristaefolium* akan mudah putus ketika ditarik. Selain itu *elongasi* dan kuat tarik diduga juga dipengaruhi oleh ketebalan. Menurut Pascall dan Lin (2013), kappa karaginan mempunyai tipe gel yang rigid atau mudah pecah tetapi memiliki kekuatan gel yang lebih baik. Sedangkan menurut Estiningtyas (2010), ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan *film* dalam pembentukan produk yang akan dikemasnya. Ketebalan merupakan sifat fisik yang akan mempengaruhi laju transmisi uap air, gas, dan senyawa volatil dan sifat-sifat fisik lainnya seperti *tensile strength* dan *elongasi*. Hal ini didukung oleh pernyataan Sinaga *et al.* (2013) bahwa kekuatan tarik berbanding terbalik dengan ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Kekuatan tarik menurun dengan meningkatnya ketebalan *edible film*. Ketebalan *film* berbanding lurus dengan pemanjangan saat pemutusan *edible film*. Pemanjangan pada saat putus yang dihasilkan semakin meningkat dengan meningkatnya ketebalan. Semakin bertambahnya ketebalan *edible film* yang dihasilkan akan meningkatkan pemanjangan pada saat putus.

Dari hasil pengujian karakteristik fisik maupun kimia *edible film* berbahan campuran rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang sudah diuji dengan ANOVA dan uji lanjut BNT pada tiap pengujian karakteristik *edible film* yang berbeda nyata maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan A5 dengan perbandingan rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* sebesar 75% : 25%. Hasil perbandingan rumput laut untuk membuat *edible film* yang terbaik pada penelitian pendahuluan ini dapat digunakan untuk melakukan penelitian utama

4.3 Penelitian Utama

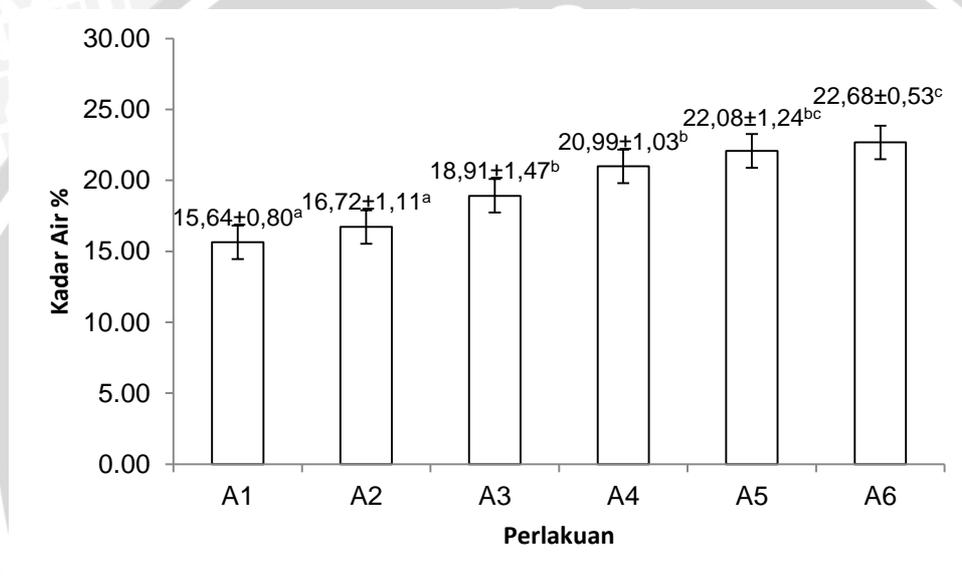
Penelitian utama ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan konsentrasi bahan yang digunakan dengan penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berpengaruh terhadap kualitas *edible film* dari rumput laut segar, sehingga didapatkan perbandingan konsentrasi yang terbaik dalam pembuatan *edible film*. Berdasarkan hasil ANOVA dan uji lanjut Duncan dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0, hasil uji setiap karakteristik *edible film* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Karakteristik *Edible Film* pada Penelitian Utama

Konsentrasi <i>L. acidophilus</i> (%)	Kadar Air	Transmisi Uap Air (g/m ² .jam)	Ketebalan (μm)	Elongasi (%)	Tensile Strength (N/mm ²)	Kelarutan (%)	Total BAL (Log CFU/g)
5%	15,64±0,8 0 ^a	14,03±1,0 0 ^a	74,21±0,9 9 ^a	6,33±0,9 1 ^{cd}	5,59±1,0 2 ^{bc}	51,33±0,7 0 ^a	7,96±0,1 6 ^a
6%	16,72±1,1 1 ^a	16,44±0,9 1 ^b	80,57±0,8 4 ^b	7,43±0,5 7 ^d	6,71±0,5 1 ^c	53,05±0,6 4 ^b	8,49±0,2 2 ^b
7%	18,91±1,4 7 ^b	17,10±0,7 8 ^b	86,94±0,6 9 ^{cd}	6,22±0,8 6 ^{cd}	5,09±0,5 4 ^b	54,23±0,5 4 ^b	8,16±0,2 2 ^{ab}
8%	20,99±1,0 3 ^b	19,60±1,0 0 ^c	87,21±0,4 6 ^d	5,81±0,7 0 ^{bc}	4,52±1,3 0 ^b	53,48±0,8 7 ^b	8,26±0,4 2 ^{ab}
9%	22,08±1,2 4 ^{bc}	19,41±0,8 4 ^c	85,92±0,6 1 ^c	4,73±1,1 8 ^{ab}	4,42±0,7 1 ^{ab}	56,18±1,0 0 ^c	8,47±0,0 8 ^b
10%	22,68±0,5 3 ^c	20,55±0,8 5 ^c	93,19±0,8 5 ^e	3,86±0,5 8 ^a	3,18±0,7 4 ^a	58,55±0,7 3 ^d	8,28±0,0 7 ^{ab}

4.3.1 Kadar Air

Hasil dari analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda terhadap kadar air *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Pengaruh perbandingan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kadar air *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 6.



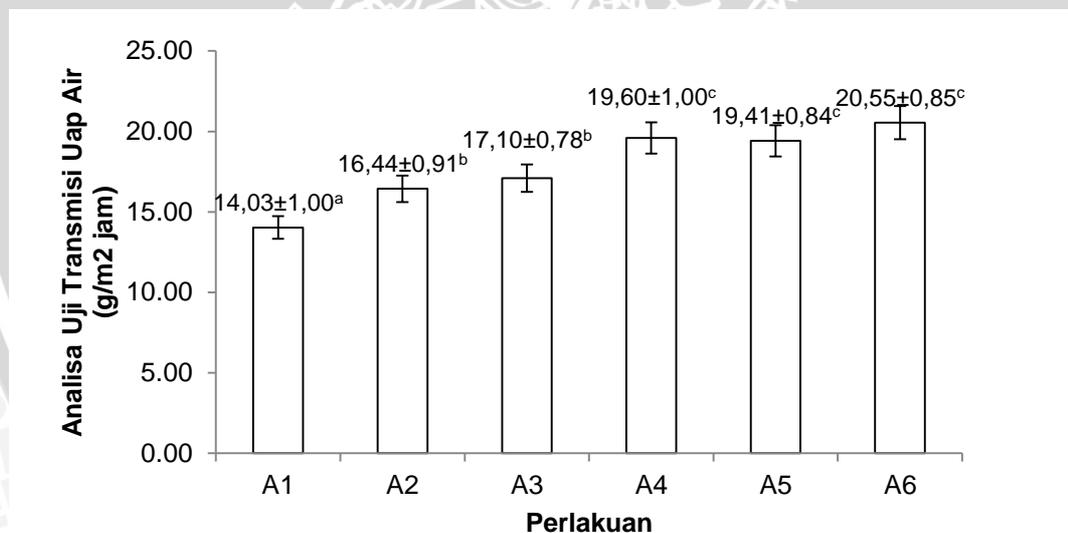
Gambar 6. Kadar Air *Edible Film* pada Penelitian Utama.

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa seiring dengan tingginya penambahan kultur bakteri *Lactobacillus acidophilus* maka kadar air semakin meningkat, hal ini diduga karena kultur *Lactobacillus acidophilus* dapat melemahkan interaksi hidrokoloid dalam matriks *edible film*. Selain itu, peningkatan kadar air diduga karena penambahan *Lactobacillus acidophilus* berbentuk cair sehingga dapat meningkatkan kadar air *edible film*. Hal ini didukung oleh pendapat Bauza *et al.* (2015), bahwa kultur *Lactobacillus rhamnosus* akan melemahkan interaksi protein sehingga membentuk jaringan berpori sehingga air akan terperangkap dan lebih terkait dengan jaringan tiga dimensi sehingga kadar air *film* akan bertambah.

Perlakuan terbaik dalam uji kadar air *edible film* adalah pada perlakuan A1 yaitu sebesar 15,64 % dengan penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* sebanyak 5%. Hasil nilai kadar air dari penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Diova *et al.* (2013) yaitu kadar air terendah adalah 25%.

4.3.2 Transmisi Uap Air

Hasil dari analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda terhadap transmisi uap air *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Pengaruh perbandingan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap transmisi uap air *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 7.



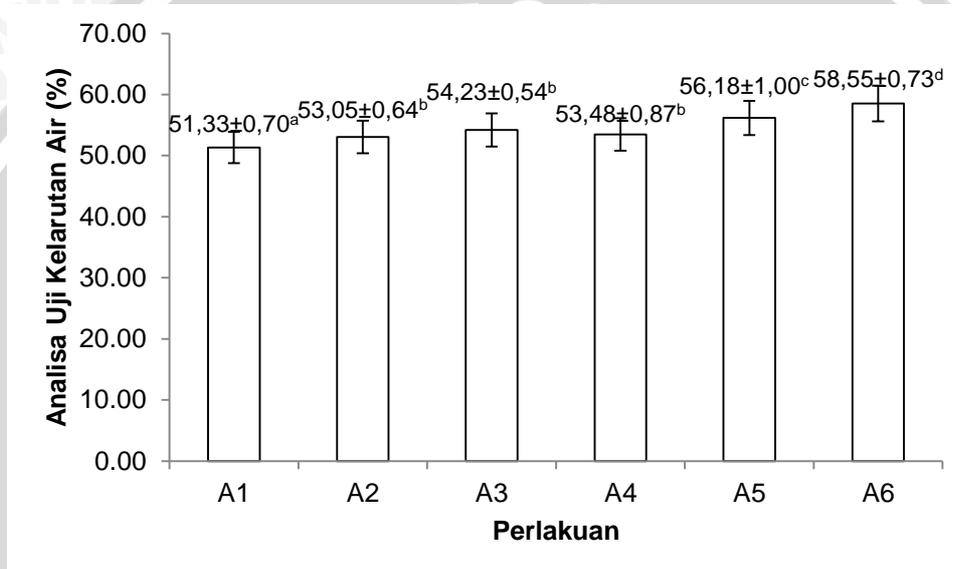
Gambar 7. Laju Transmisi Uap Air pada Penelitian Utama.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *edible film* dengan nilai transmisi uap air terbaik adalah pada perlakuan A1 dengan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* sebesar 5 % dengan nilai 14,03 g/m²jam. Nilai transmisi uap air ini jika dibandingkan dengan standar nilainya masih jauh dari standar. Berdasarkan

standar yang dikeluarkan oleh JIS (*Japanese Industrial Standard*) nilai maksimum transmisi uap air adalah 7 g/m^2 . Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai transmisi uap air semakin naik dengan semakin bertambahnya konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang ditambahkan pada pembuatan *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Hal ini diduga karena *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* merupakan *hidrokoloid*. Dengan adanya bahan hidrokoloid diduga dapat menyebabkan jumlah kelompok hidroksil bebas semakin banyak yang mengakibatkan semakin besar laju transmisi uap airnya. Penambahan *plasticizer* juga mempengaruhi nilai dari transmisi uap air, hal ini diduga bahwa penggunaan *plasticizer* dapat menurunkan tegangan antar molekul pada matriks *edible film* yang akan menyebabkan ruang antar molekul semakin besar sehingga uap air bisa menembus *edible film*, karena *plasticizer* gliserol bersifat hidrofilik. Kanami dan Lim (2013) menyatakan bahwa dengan adanya sel probiotik dapat mempengaruhi immobilisasi pembentukan polimer sebagai polimer yang putus. Menurut Alves *et al.* (2007) bahwa nilai permeabilitas uap air *film* akan meningkat dengan penambahan amilosa yang semakin banyak. Hal ini berhubungan dengan jumlah kelompok hidroksil bebas yang lebih tinggi, dapat meningkatkan interaksinya dengan air, dan transisi uap air melalui *film*. Hal ini didukung oleh pernyataan Sara (2015), bahwa nilai laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh sifat kimia dan struktur bahan pembentuk, konsentrasi *plasticizer* dan kondisi lingkungan seperti temperature dan kelembapan dan adanya komponen hidrofilik penyusun *edible film* sehingga memudahkan uap air melewatinya. *Edible film* yang terbuat dari protein dan polisakarida memiliki nilai transmisi uap air yang cenderung tinggi.

4.3.3 Kelarutan

Hasil dari analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda terhadap nilai kelarutan dari *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Pengaruh perbandingan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap kelarutan *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 8.



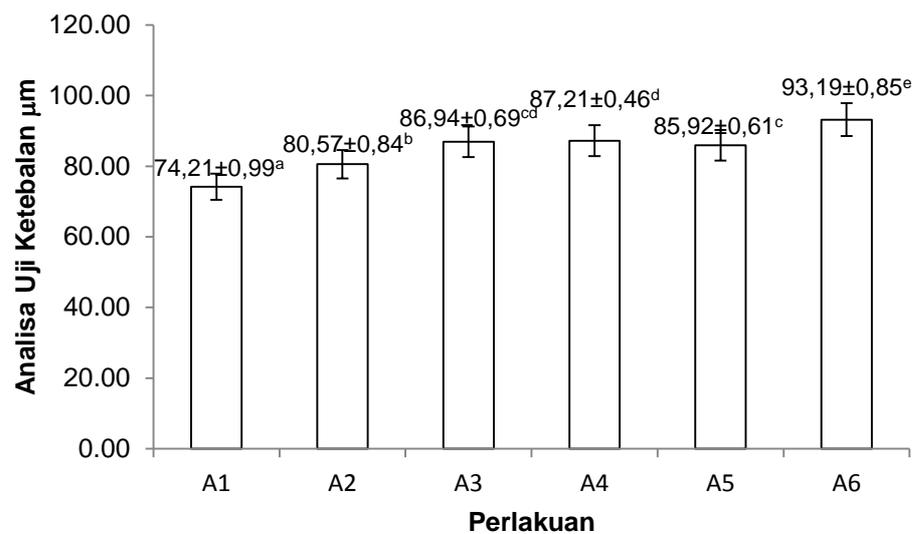
Gambar 8. Kelarutan *Edible Film* pada Penelitian Utama.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kelarutan mengalami fluktuatif tetapi cenderung naik dengan banyaknya penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus*. Hal ini diduga karena *Lactobacillus acidophilus* memiliki jumlah padatan yang tinggi sehingga membuat *edible film* menjadi tebal dan ketahanan terhadap air menurun sehingga kelarutan *edible film* akan meningkat. Hal ini didukung oleh pendapat Bauza *et al.* (2015), bahwa kultur *Lactobacillus rhamnosus* memiliki jumlah padatan yang tinggi sehingga akan membentuk sebuah *film* yang tebal dengan ketahanan terhadap air yang rendah. Kenaikan kelarutan dengan penambahan bakteri merupakan bukti bahwa kultur bakteri dapat melemahkan interaksi protein sehingga membentuk jaringan berpori

sehingga air akan terperangkap dan lebih terkait dengan jaringan tiga dimensi sehingga kadar air film akan bertambah dan akan menaikkan kelarutannya. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *edible film* dengan nilai kelarutan terbaik yaitu sebesar 58,55 % pada perlakuan A6 dengan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* sebesar 10 %. Berdasarkan penelitian Diova *et al.* (2013) nilai kelarutan *edible film* yang terbuat dari karaginan dan beeswax berkisar antara 39,15 % - 59,59 %, maka pada penelitian ini nilai kelarutannya sudah memenuhi yaitu berkisar antara 51,33 % - 58,55 %. Nilai dari kelarutan sangat dipengaruhi oleh bahan penyusun dari *edible film*. Hal tersebut dijelaskan dalam penelitian Nugroho *et al.* (2013), bahwa kelarutan sangat dipengaruhi oleh komponen hidrofilik dan hidrofobik. Komponen hidrofilik adalah komponen yang suka air dan larut dalam air. Sedangkan hidrofobik adalah komponen yang suka lemak atau tidak larut dalam air. Semakin tinggi nilai hidrofilik suatu bahan maka kelarutannya akan semakin tinggi dan semakin tinggi nilai hidrofobik suatu bahan maka kelarutannya akan semakin rendah.

4.3.4 Ketebalan

Hasil dari analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda terhadap nilai ketebalan dari *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Pengaruh perbandingan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap ketebalan *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Ketebalan *Edible Film* pada Penelitian Utama.

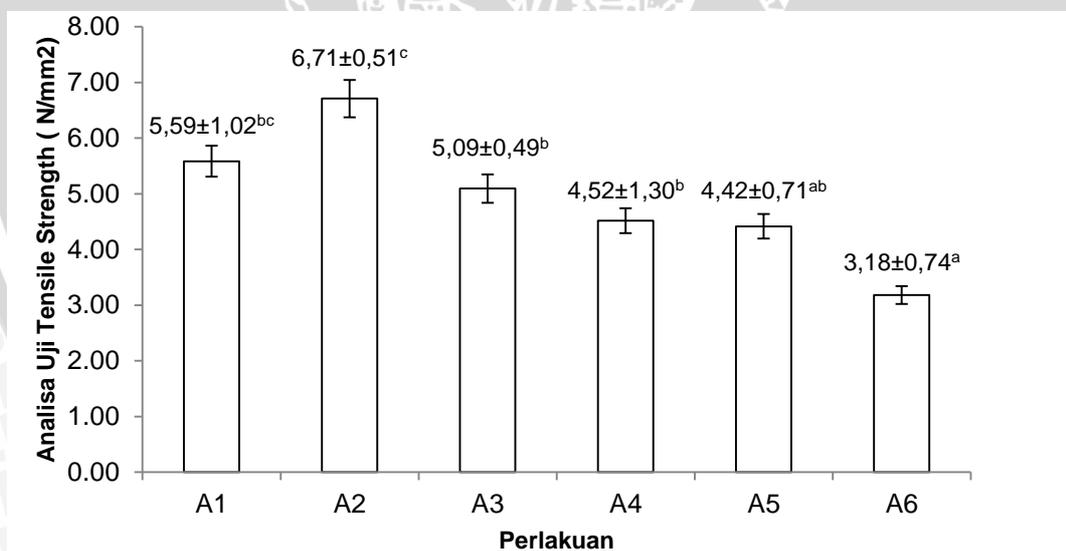
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *edible film* dengan nilai ketebalan terbaik yaitu sebesar 93,19 μm pada perlakuan A6 dengan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* sebesar 10 %. Berdasarkan *Japanese Industrial Standart* (JIS) (1975) nilai ketebalan maksimum adalah 0,25 mm, maka nilai pengujian ketebalan pada penelitian ini relatif kecil yaitu berkisar antara 72,19 μm – 93,19 μm . 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 maksimum adalah 0,25 mm.

Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai ketebalan dari *edible film* mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya jumlah kultur *Lactobacillus acidophilus* yang ditambahkan pada pembuatan *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Hal ini diduga karena kultur *Lactobacillus acidophilus* memiliki jumlah padatan yang tinggi sehingga akan membentuk sebuah *film* yang tebal. Hal ini didukung oleh pendapat Bauza *et al.*

(2015), bahwa kultur *Lactobacillus rhamnosus* yang memiliki jumlah padatan yang tinggi sehingga dapat membentuk *edible film* yang tebal dan penambahan kultur sangat mempengaruhi ketebalan *film* karena kultur bakteri dapat melemahkan interaksi protein sehingga membentuk jaringan berpori sehingga air akan terperangkap dan lebih terkait dengan jaringan tiga dimensi sehingga ketebalan *film* akan bertambah.

4.3.5 Tensile Strength

Hasil dari analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda terhadap nilai *tensile strength* dari *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Pengaruh perbandingan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap *tensile strength edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 10.



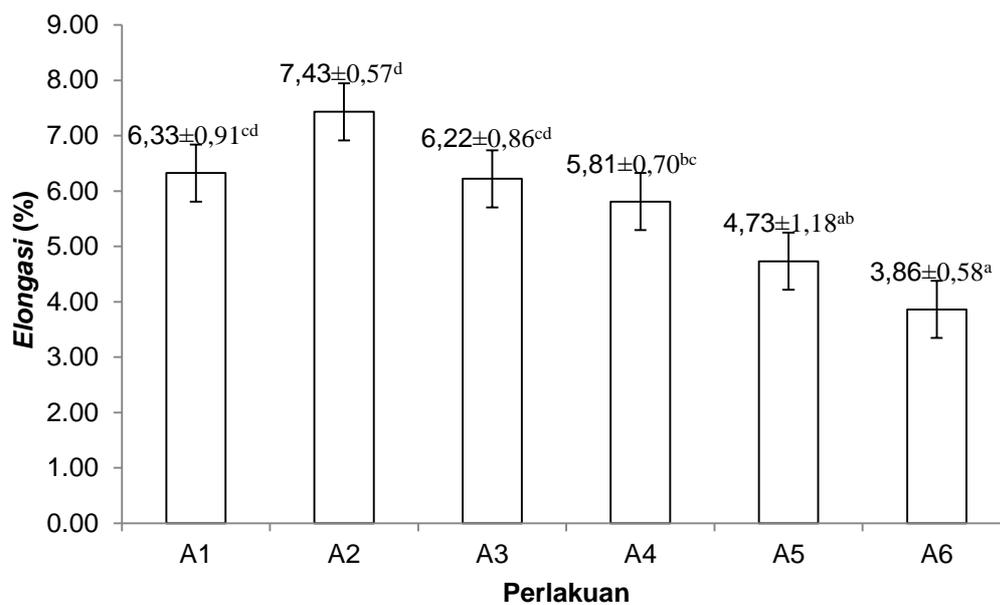
Gambar 10. Tensile Strength Edible Film Pada Penelitian Utama.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *edible film* dengan nilai *tensile strength* terbaik yaitu sebesar 6,71 N/mm² pada perlakuan A2 dengan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* sebesar 6 %. Dari grafik dapat diketahui

bahwa nilai *tensile strength* mengalami fluktuatif namun cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang ditambahkan. Hal ini diduga karena *Lactobacillus acidophilus* memiliki jumlah padatan yang tinggi sehingga akan membentuk *edible film* yang tebal dan akan menurunkan kekuatan tarik dari *edible film*. Hal ini juga dipengaruhi oleh sifat hidrofilik dari *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* sehingga ketika ditambahkan dengan *Lactobacillus acidophilus* maka jumlah gugus hidroksil akan semakin banyak sehingga mudah menyerap *plasticizer* dan air, sehingga nilai kuat tarik yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian Santoso *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa perlakuan *gum Arabic* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *gum Arabic* dalam matriks *edible film* nilai kuat tarik semakin menurun. Hal ini disebabkan pada *gum Arabic* banyak mengandung gugus hidroksil (OH), gugus ini dapat mengikat senyawa yang mengandung gugus sejenis maupun senyawa lain yang memiliki sifat yang sama, yaitu hidrofilik. Sehingga semakin banyak *gum Arabic* pada matriks dapat dipastikan semakin banyak gugus OH dan hal ini akan sangat mempengaruhi daya ikat matriks film terhadap *plasticizer* yang digunakan. Semakin banyak gugus OH maka semakin banyak *plasticizer* yang terikat pada matriks, sehingga dapat menyebabkan penurunan kuat tarik *film*.

4.3.6 Elongasi

Hasil dari analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda terhadap nilai *elongasi* dari *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Pengaruh perbandingan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap *elongasi edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 11.



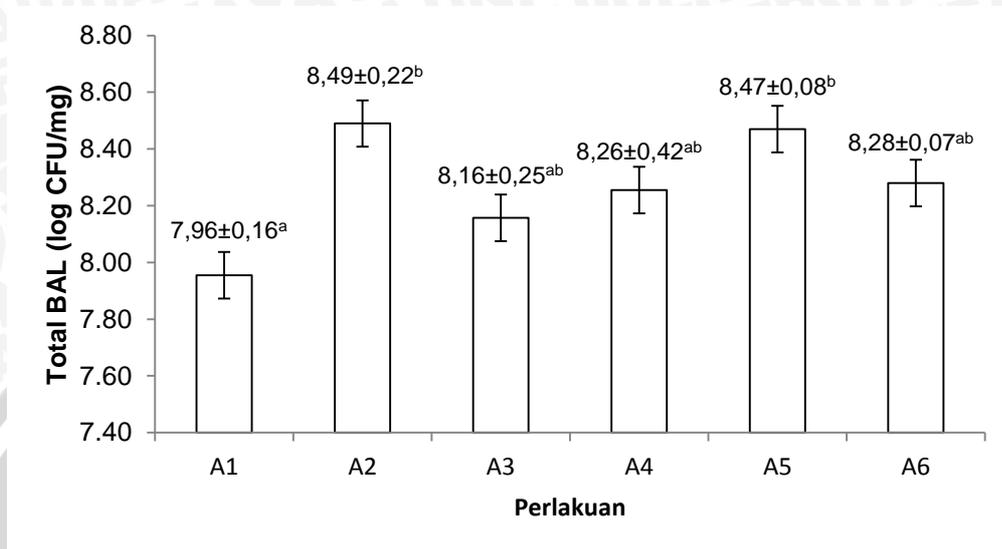
Gambar 11. Elongasi Edible Film pada Penelitian Utama.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *edible film* dengan nilai *elongasi* terbaik yaitu sebesar 7,43 % pada perlakuan A2 dengan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* sebesar 6 %. Dari grafik dapat diketahui bahwa nilai *elongasi* mengalami fluktuatif namun cenderung menurun. Hal ini diduga karena kultur *Lactobacillus acidophilus* mengandung banyak padatan sehingga akan berpengaruh terhadap pembentukan matriks *edible film*. Hal ini didukung oleh pernyataan Bauza *et al.* (2015), bahwa penambahan kultur *Lactobacillus rhamnosus* yang mengandung banyak padatan sehingga akan berpengaruh terhadap pembentukan matriks *edible film*.

4.3.7 Total BAL *Lactobacillus acidophilus*

Hasil dari analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang berbeda terhadap total BAL *Lactobacillus acidophilus* pada pembuatan *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Pengaruh perbandingan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* terhadap total BAL

Lactobacillus acidophilus edible film berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil Total BAL *L. acidophilus* pada penelitian utama.

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai dari total BAL (*L. acidophilus*) pada penelitian ini berkisar antara 7,96 log cfu/g – 8,49 log cfu/g. Berdasarkan penelitian Soukoulis *et al.* (2014) bahwa nilai TPC *edible film* dengan penambahan bakteri *L. rhamnosus* sebesar 0,71-0,75 log cfu/g. Maka nilai pada penelitian lebih tinggi dari standar. Hal ini diduga karena bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* bersifat hidrokoloid dapat menjadi substrat bagi pertumbuhan *Lactobacillus*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setijawati *et al.* (2011) bahwa penggunaan *Eucheuma cottonii* yang dapat menghasilkan kappa karaginan berfungsi sebagai pengenkapsulat *Lactobacillus acidophilus* dengan mempertahankan viabilitas agar tetap memberikan efek fungsional. Nilai Total BAL terbaik terdapat pada perlakuan A2 sebesar 8,49 log cfu/g.

4.4 Hasil Perlakuan Terpilih pada Penelitian Utama

Penentuan perlakuan terpilih didasarkan pada hasil terbaik di setiap analisis baik fisika, kimia maupun mikrobiologi. Berdasarkan hasil perhitungan pada setiap analisis dan dibandingkan dengan standar maka didapatkan perlakuan terpilih yaitu pada perlakuan A2 yaitu *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan probiotik *Lactobacillus acidophilus* sebanyak 6%. Perlakuan A2 dijadikan sebagai perlakuan terpilih karena nilai dari setiap parameter uji sudah memenuhi standar *edible film* meskipun masih ada yang belum memenuhi standar. Nilai hasil perlakuan terpilih dan standar *edible film* pada masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Hasil Uji Kualitas *Edible film* Perlakuan Terbaik dan Standar *Edible Film*

No	Parameter	<i>Edible film</i>	Standar <i>edible film</i>
1	Kadar air	16,72%	25%**
2	Transmisi uap air	16,44 g/m ² .h	Maks 7 g/m ² .h*
3	Ketebalan	80,57 μm	Maks 0,25 mm*
4	<i>Elongasi</i>	7,43%	13,31-15,89%**
5	<i>Tensile strength</i>	6,71 N/mm ²	Min 0,05 N/mm ² *
6	Kelarutan	53,05%	39,15-55,59%**
7	TPC	8,49 log cfu/g	0,71-0,75 log cfu/g***

Keterangan :

* standar *edible film* dari JIS (*japanes industrial standart*) (1975).

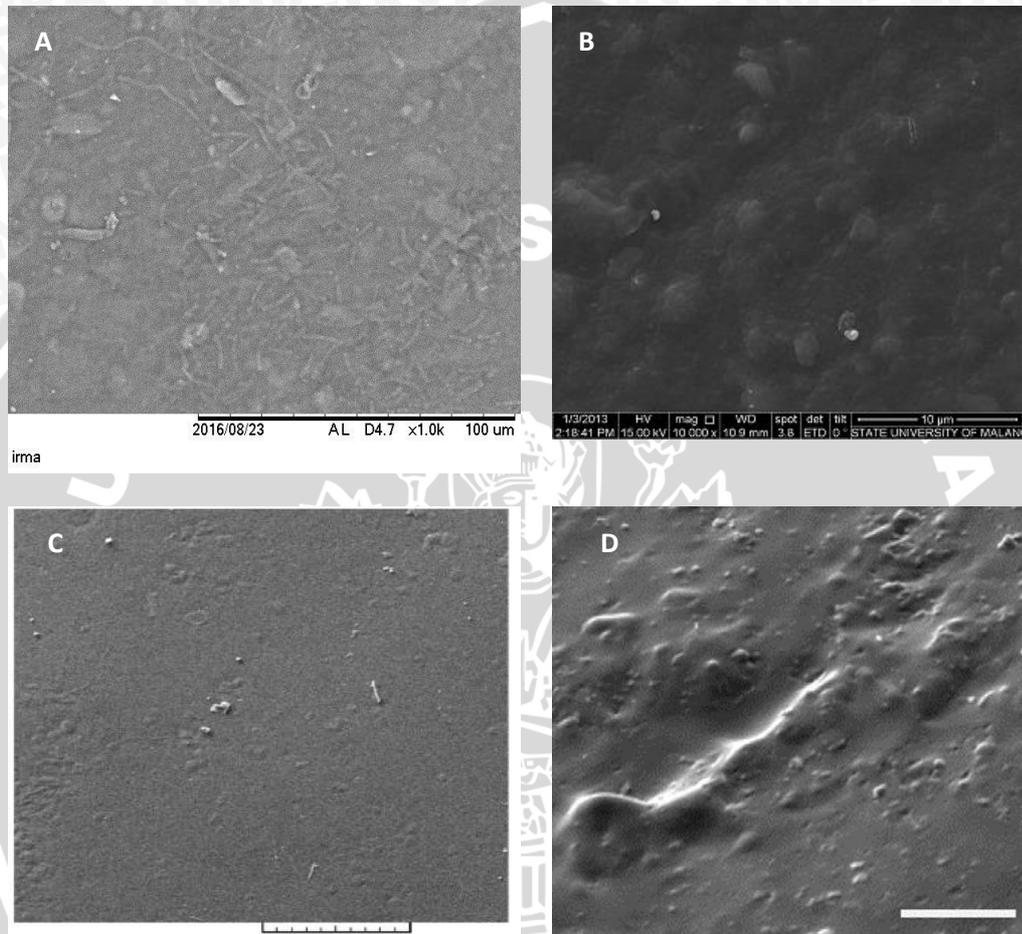
** hasil penelitian Diova *et al.* (2013) pada pembuatan *edible film* komposit karaginan dan *beeswax*.

*** hasil penelitian Soukoulis *et al.* (2015) tentang pembuatan *edible film* dengan penambahan *Lactobacillus rhamnosus*.

4.5 Analisis Permukaan *Edible Film* dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari 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 kompabilitas 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 *Eucheuma cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1,5 : 0,5) dengan penambahan konsentrasi *L. acidophilus* sebanyak 6% dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Mikrostruktur *Edible Film*

Keterangan gambar:

- A : Morfologi *edible film* berbahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan *L. acidophilus* 6% pada perbesaran 1500 X
- B : Morfologi *film* alginat (Rokhati *et al.* 2012)
- C : Morfologi *film* kappa karaginan (Paula *et al.* 2014)
- D : Morfologi *film* gelatin dengan penambahan *Lactobacillus acidophilus* (Soukoulis *et al.* 2013)

Hasil analisis morfologi pada Gambar 13 (Gambar A), Menunjukkan permukaan yang kasar, tidak kompak, tidak rapat dan terdapat gelembung hal ini

diduga karena penambahan *Sargassum cristaefolium* yang kurang homogen dan tidak terlarut sempurna karena ukuran partikelnya yang masih besar. Struktur *edible film* yang tidak rapat menyebabkan air banyak terperangkap sehingga nilai kadar air pada *edible film* akan tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setiawan *et al.* (2015) bahwa struktur yang kurang rapat atau adanya retakan dari serat-serat tersebut menyebabkan air akan terserap lebih banyak. Permukaan yang kurang halus dan berpori mengindikasikan bahwa *film* kurang homogen. Permukaan yang bergelombang dan adanya gelembung udara dari bioplastik terbentuk akibat pengadukan yang kurang homogen.

Gambar 13 (gambar B) merupakan mikrostruktur *film* alginat, pada gambar tersebut terlihat kasar dan tidak homogen hal ini disebabkan karena ukuran partikelnya yang masih besar. Pada gambar (C) merupakan morfologi *film* kappa karaginan, pada gambar terlihat *film* kompak dan tidak berongga. Menurut Herliany *et al.* (2013) Peningkatan konsentrasi kappa karaginan mampu memperbaiki struktur *film* yang ditandai dengan berkurangnya zona putus-putus sehingga strukturnya menjadi lebih kompak dan padat. Pada gambar (D) merupakan morfologi *film* gelatin dengan penambahan *Lactobacillus rhamnosus*, pada gambar terlihat bahwa *film* masih tidak rata. Berdasarkan penelitian Soukoulis *et al.* (2013) bahwa penambahan *Lactobacillus rhamnosus* dengan konsentrasi yang sedikit pada pembuatan *film* gelatin tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap mikrostruktur dari *film* dan hanya memberikan sedikit dampak pada perubahan konformasi struktur *film*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan penambahan konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* berpengaruh terhadap kualitas *edible film*. Penggunaan perbandingan bahan yang terbaik pada penelitian ini yaitu pada perlakuan A2 dengan penambahan *Lactobacillus acidophilus* sebanyak 6% pada pembuatan *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* (1,5 g :0,5 g). Hasil nilai tiap uji dari perlakuan terbaik (A2) meliputi kadar air sebesar 16.72%, transmisi uap air sebesar 16,44 g/m²jam, ketebalan sebesar 80,57 µm, elongasi sebesar 7,43%, kuat tarik sebesar 6,71 N/mm², kelarutan sebesar 50,05%, dan total BAL 8,49 log cfu/g.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan adanya penelitian lanjutan. Pada penelitian lanjutan sebaiknya menggunakan konsentrasi *plasticizer* yang lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan nilai *elongasi*. Diharapkan adanya penambahan senyawa lipida yang bersifat hidrofobik sehingga dapat diperoleh nilai transmisi uap air yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, L., N. Indrayati, U. H. Tariswiria, dan N. Mayasari. 2008. Aktivitas *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium* terhadap Kualitas Yoghurt dan Penghambatannya pada *Helicobacter pylori*. *Jurnal Bionatura*. Vol. 10 (2) : 129-140.
- Alves, V.D., Mali, S., Beleia A., dan Grossmann M.V.E. 2007. Effect of Glycerol and Amylase Enrichment on Cassava Starch Film Properties. *Journal of Food Engineering*. Vol. 78:941-946.
- Amaliya, R.R., dan Putri. 2014. Karakterisasi Edible Film dari Pati Jagung dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih sebagai Antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2 (3): 43-53.
- Anam, Choirul., Sirojudin., dan K. Sofjan Firdausi. 2007. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Jurnal ISSN Berkala Fisika*. Vol 10 (1): 79-85.
- Anggadiredja, T. Jana. 2006. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Antoniou, J., Fei L., Hamid, M., Haroon J., an Fang Zhong. 2014. Physicochemical and Thermomechanical Characterization of Tara Gum Edible Films: Effect of Polyols as Plasticizers. *Carbohydrate polymers*. Vol. 111: 359-365.
- AOAC. 1995. *Official Methods Of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station. Washington.
- Arief, M., Puspitasari, I., dan Kusdarwati, R. 2010. Pengaruh Pemberian Beberapa Bakteri terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 2(2): 193-198.
- Astawan M. Dan T. Aviana. 2003. Pengaruh Jenis Larutan Perendaman Serta Metode Pengeringan terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Gelatin dari Kulit Cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. 15 (1): 7-13.
- Bahar, Rohani., Adiba Arief., dan Sukriadi. 2012. Daya Hambat Ekstrak Na-Alginat dari Alga Coklat Jenis *Sargassum sp* Terhadap Proses Pematangan Buah Mangga dan Buah Jeruk. *Jurnal Chimica Acta*. vol 5 (2): 22-31.
- Bakri dan Sri Chandrabakty. 2006. Efek Waktu Perlakuan Panas Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Impak Baja Komersial. *Jurnal Smartek*. Vol. 4 No.2. Hal 97-102.
- Basmal., J., Bagus, S. B. U., Tazwir., Murdinah., Wikanta, T., Endar M., dan Rinta. 2013. *Cara Membuat Alginat dari Rumput Laut Sargassum*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Bauza, S.C. Beriztain, E. Mani-Lopez, E. Palou, dan A. Lopez-Malo. 2015.

Antimicrobial Activity and Physical Properties of Protein Films Added with Cell-Free Supernatant of *Lactobacillus rhamnosus*. *Food Control*. Vol. 62: 44-51.

Dick, M., Tania, M.H.C., Ahmed, G., Muriel, S., Alessandro, D.O.R., dan Simone, H.F. 2015. *Edible Film Production from Chia Seed Mucilage: Effect of Glycerol Concentration on its physicochemical and Mechanical Properties*. *Journal Carbohydrate Polymers*. Vol. 130: 198-205.

Diharmi, Andarini., Dedi Fardiaz., Nuri Andarwulan., dan Endang Sri Heruwati. 2011. Karakteristik Karaginan Hasil Isolasi *Eucheuma sp* (Alga Merah) dari Perairan Sumenep Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 16 (1): 117-129.

Diova, Delya A., YS. Darmanto, Laras Rianingsih. 2013. Karakteristik *Edible Film* Komposit *Semirefined* Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* dan *Beeswax*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. Vol. 2 No. 3. Hal 1-10.

Estiningtyas, Heny Ratri. 2010. Aplikasi *Edible Film* Maizena dengan Penambahan Ekstrak Jahe Sebagai Antioksidan Alami pada Coating Sosis Sapi. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Fardhyanti, Dewi Selvia, dan Syara Sofia Julianur. 2015. Karakterisrik *Edible Film* Berbahan Dasar Ekstrak Karaginan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. Vol 4(2). Hal: 68-73.

Fatma, Ratmawati Malaka, dan Muhammad Taufik. 2015. Pengaruh Variasi Persentase Gliserol Sebagai Plasticizer terhadap Sifat Mekanik *Edible Film* dari Kombinasi Whey Dangke dan Agar. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2: 214-219.

Firmansyah, A. 2001. Terapi Probiotik dan Prebiotik pada Penyakit Saluran Cerna Anak. *Sari Pediatri*. Vol. 4 (2): 210-214.

Garrity, G. M., Bell J. A. Dan Liburn, T.G. 2004. *Taxonomic Outline of The Procaryotes. Bergey's Manual of Systemic Bacteriologi, 2nd*. New York. Release 5,0.spring. p. 46.

Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in The Food Industry*. Academic Press. New York.

Google Image. 2016. *Lactobacillus acidophillus*. Diakses tanggal 3 Maret 2016, Pukul 06.00 WIB.

Handayani, R. C. 2015. Kajian Aktivitas Antidiabetes Nori Kombinasi Daun Pegangan (*Centella asiatica*) dan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) pada mencit yang diinduksi Aloksan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Handito.2011. Pengaruh Konsentrasi Karaginan Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik *Edible Film*. *Jurnal Agroteksos*. Vol 21 (2): 1-7.

- Hardoko. 2008. Pengaruh Konsumsi Gel dan Larutan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Terhadap Hiperkolesterolemia Darah Tikus Wistar. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. 19 (2): 97-104.
- Harti, A. S. 2009. Kajian Efek Sinergistik Probiotik dengan Prebiotik. *Biomedika*. Vol.2 (1): 11-21.
- Herliany, Nurlaila E., Joko Santoso, dan Ella Salamah. 2003. Karakteristik Biofilm Berbahan Dasar Karaginan. *Jurnal Akuatika*. Vol. 4 (1): 10-20.
- Herma, P. D. 2007. Optimasi Komposisi Polietilen Glikol 400 dan Gliserol sebagai Humectant dalam Formula Krim Anti Hair Loss Ekstrak Saw Palmetto (*Serenca nepens*) : Aplikasi Desain. *Skripsi*. Fakultas Farmasi. Universitas Sanata Darma. Yogyakarta.
- Huri D dan Fitri C. N. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Edible Film. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2 (4): 29-40.
- Irfandi, Afif Abdian. 2014. Pengaruh penggunaan Rumput Laut Jenis *Eucheuma sp* Dalam Bentuk Segar dan SRC (Semi Refined Carrageenan) Serta Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Kualitas Edible Film. *Skripsi*. FPIK. Universitas Brawijaya. Malang
- Jacob, A.M., Roni Nugraha., dan Siluh Putu Sri Utari. 2014. Pembuatan *Edible Film* Dari Pati Buah Lindur Dengan Penambahan Gliserol Dan Karaginan. *Jurnal PHPI*. Vol 17(1): 14-21.
- Japanese Industrial Standard. 1975. *Japanese Standards Association: Japan*.
- Jayanudin, Ayu Zakiyah L., dan Fani Nurbayanti. 2014. Pengaruh Suhu dan Rasio Pelarut Ekstraksi terhadap Rendemen dan Viskositas Natrium Alginat dari Rumput Laut Coklat (*Sargassum sp*). *Jurnal Integrasi Proses*. Vol. 5 (5): 51-55.
- Kafrani, E.T., Hajar, S., dan Mahdieh, M.B. 2015. Development of Edible Film and Coatings from Alginates and Carragenans. *Journal Carbohydrate Polymers*. Vol. 137: 360-374.
- Kanmani, P. Dan Lim S. T. 2013. Development and Characterization of Novel Probiotic Residing Pullulan Starch Edible Films. *Journal Food Chemistry*. Vol. 141 (2): 1041-1049.
- Kasfillah. 2013. Karakterisasi Edible Film dari Pati Biji Nangka dan Agar-Agar sebagai Pembungkus Jenang. *Skripsi*. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Krisna, D. D. A. 2011. Pengaruh Regelatinisasi dan Modifikasi Hidrotemasi Terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan Edible Film dari Pati Kacang Merah (*Vigna angularis sp*). *Tesis*. Program Studi Magister Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.

- Lacey, A.M.L.D., Caballero, M.E.L., Estaca, G.J., Guullen, M.C.G., dan Montero, P. 2012. Functionality of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* Incorporated to Edible Coating and Films. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Vol. 16 : 277-282.
- Listyawati, O. 2012. Pengaruh Penambahan Plasticizer dan Asam Palmitat Terhadap Karakter Edible Film Karaginan. *Skripsi*. FMIPA Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Mamang, Nurfadly. 2008. Laju Pertumbuhan Bibit Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dengan Perlakuan Asal Thallus terhadap Bobot Bibit di Perairan Lakeba, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Manin, F. 2010. Potensi *Lactobacillus acidophilus* dan *Lactobacillus fermentum* dari Saluran Pencernaan Ayam Buras Asal Lahan Gambut sebagai Sumber Probiotik. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. Vol. 8 (5): 221-228.
- Mariana, Elmy dan Hilda Susanti. 2012. Pengaruh Suplementasi Tepung Terigu terhadap Pertumbuhan dan Laju Pengasaman Probiotik *Lactobacillus acidophilus*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol. 4 (30): 14-19.
- Murdinah, Muhamad Darmawan, dan Dina Fransiska. 2007. Karakteristik Edible Film dari Komposit Alginat, Gluten, dan Lilin Lebah. *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol 2(1): 19–26.
- Mushollaeni, Wahyu dan Endang Rusdiana. 2011. Karakterisasi Natrium Alginat dari *Sargassum sp*, *Turbinaria sp*, dan *Padina sp*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. 22 (1): 26-32.
- Nasir, M. 1988. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia. Jakarta. Hal. 517.
- Nugroho, Agung A., Bassito, dan R. Baskara Katri A. 2013. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka Dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan*. Vol. 2 (1) : 73-79.
- Pascall M. A. dan Lin S.J. 2013. The Application of Edible Polymeric Films and Coating in The Food Industry. *Journal Food Process Techno*. Vol. 4(2): 1-12
- Paula, Gabriela A., Norma M.B. Benevides, Arcelina P. Cunha, Ana V. De Oliveira, Alaides M.B.P., Joao P. S. Morais, Henriette M.C. Azeredo. 2014. Development and Characterization of Edible Film from Mixtures of k-carrageenan, i-carrageenan, and alginate. *Food Hydrocolloids*. Vol. 47: 140-145.
- Pangesti, Dwi A., Abdul Rahim, dan Gatot S. Hutomo. 2014. Karakteristik Fisik, Mekanik, dan Sensoris Edible Film dari Pati Talas Pada Berbagai Konsentrasi Asam Palmitat. *Jurnal Agrotekbis*. Vol. 2 (6)

- Pawignya H., Dyah T.R., Boan T.V.H., dan Novie V. 2015. Pembuatan Edible Film dari Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* untuk Mengawetkan Buah Nanas. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. B9 :1-7. ISSN: 1693-4393.
- Perez L.M., Piccirilli G.N., Delorenzi N.H., dan Verdini R.A. 2015. Effect of Different Combinations of Glycerol and Trehalose on Physical and Structural Properties of Whey Protein Concentrate-Based Edible Films. *Food Hydrocolloids*. Vol. 56: 352-359.
- Prasetuowati, C. J. A. Dan D. Agustina. 2008. Pembuatan Tepung Karaginan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). Berdasarkan Perbedaan Metode Pengendapan. *Jurnal Teknik Kimia* . Vol. 15(2): 27-33.
- Prasetyaningrum, A., Nur Rokhayati, Deti Nitis Kinasih, dan Fransiska Dita Novia Wardani. 2010. Karakterisasi Bioactive Edible Film Dari Komposit Makanan Biodegradable. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. E. 02: 1-6. ISSN : 1411 – 4216.
- Prasetyo, Ari E., Anggra Widhi, dan Widayat. 2012. Potensi Gliserol Dalam Pembuatan Turunan Gliserol Melalui Proses Esterifikasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 10. (1): 26-31.
- Purwanti, Ani. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi*. Vol. 3 (2) : 99-106.
- Riandini R. 2014. Pengaruh Perbedaan Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Campuran Kappa dan Iota Karaginan. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya Malang.
- Rodriguez, M., Oses, J., Ziani, K. And Mate, J. I. 2006. Combined Effect Of Plasticizer And Sufractants On The Physical Properties Of Starch Based Edible Films. *Journal Of Food Research International*. Vol. 39: 840-846.
- Rokhati, N., Bambang P., I Nyoman W., dan Heru Susanto. 2012. Karakteristik Film Komposit Alginat dan Kitosan. *Reaktor*. Vol. 14 (2): 158-164.
- Safitri, I. Tohari dan Purwadi. 2014. Karakteristik Sifat Fisiko-Mekanis Edible Film Komposit dengan Rasio Protein Whey dan Tepung Porang (*Amorphopallus oncophyllus*) yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.
- Santoso, B., Oberlin Haris T., Agus W., dan Rindit P. 2013. Interaksi pH dan Ekstrak Gambir pada Pembuatan Edible Film Anti Bakteri. *Jurnal Agritech*. Vol. 34 (1): 8-13.
- Sara, Nathalya Edyson M. 2015. Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Whey Danke Dan Agar Dengan Penambahan Konsentrasi Sorbitol. *Skripsi* Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Sari, T. I., Hotman P. M., Fery P. 2008. Pembuatan Edible Film Dari Kolang Kaling. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol 4(15): 27-35.

Setiawan, Heru, Reza Faizal, dan Aziz Amrullah. 2015. Penentuan Kondisi Optimum Modifikasi Konsentrasi Plasticizer Sorbitol PVA pada Sintesa Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Sorgum dan Chitosan Limbah Kulit Udang. *Saintekno*. Vol 13 (1): 29-38.

Setijawati, D., S. Wijana Aulanium dan I. Santosa. 2011. Viabilitas dan Struktur Mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* Dengan Bahan Penyalut Karaginan Semi Murni Jenis *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Teknologi Pangan*. Vol. 2 (1): 59-70.

Sinaga, Loisa L., Melisa Seri R., dan Mersi Suriani S. 2013. Karakteristik Edible Film dari Ekstrak Kacang Kedelai dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol Sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 2 (4): 12-16.

Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2323-2006). 2006. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 3 : Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Sonthornvit, R., dan Krochta, J. M. 2000. Plasticizer Effect on Mechanical Properties of b-Lactoglobulin Films. *Journal of Food Engineering*. Vol. 50: 149-155.

Soukoulis, C., Poonam Singh, William M., Christopher P., dan Ian D. Fisk. 2015. Compositional and Physicochemical Factors Governing the Viability of *Lactobacillus rhamnosus* GG Embedded in Starch-Protein Based Edible Film. *Food Hydrocolloid*. Vol. 52. p. 876-889.

Soukoulis, C., Solmaz Behboudi J., Lina Y., Cristopher P., and Ian D. Fisk. 2014. Stability of *Lactobacillus rhamnosus* GG in Prebiotic Edible Films. *Food Chemistry*. Vol. 159: 302-308.

Sudaryati, H. P., Tri M S dan Egha R. H. 2010. Sifat Fisik dan Mekanis Edible Film dari Tepung Porang (*Amorphopallus oncophylus*) dan Karboksimetilselulosa. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 8 (11): 196-210.

Suhartini. 2009. Prospek Ubi Jalar Sebagai Bahan Baku Minuman Probiotik. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. Vol. 4 (2): 169-180.

Sulisetjono. 2009. *Bahan Serahan Alga*. UIN Malang Press. Malang.

Sunarlim, Roswita dan H. Setiyanto. 2008. Pengaruh Kombinasi *Lactobacillus acidophilus* dengan Starter Yoghurt (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) Terhadap Mutu Susu Fermentasi. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. B3: 317-326.

Surni, Wa. 2014. Pertumbuhan Rumpuk Laut (*Eucheuma cottonii*) pada Kedalaman Air Laut yang Berbeda di Dusun Kotonia Desa Eti Kecamatan Seram Barat Kabupaten Seram Bagian Barat. *Biopendix*. Vol. 1 (1): 92-100.

Suwariyati, Ni Wayan E., I Ketut Budi S., dan I Ketut Rantau. 2014. Perbedaan Pendapatan Rumpuk Laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* di

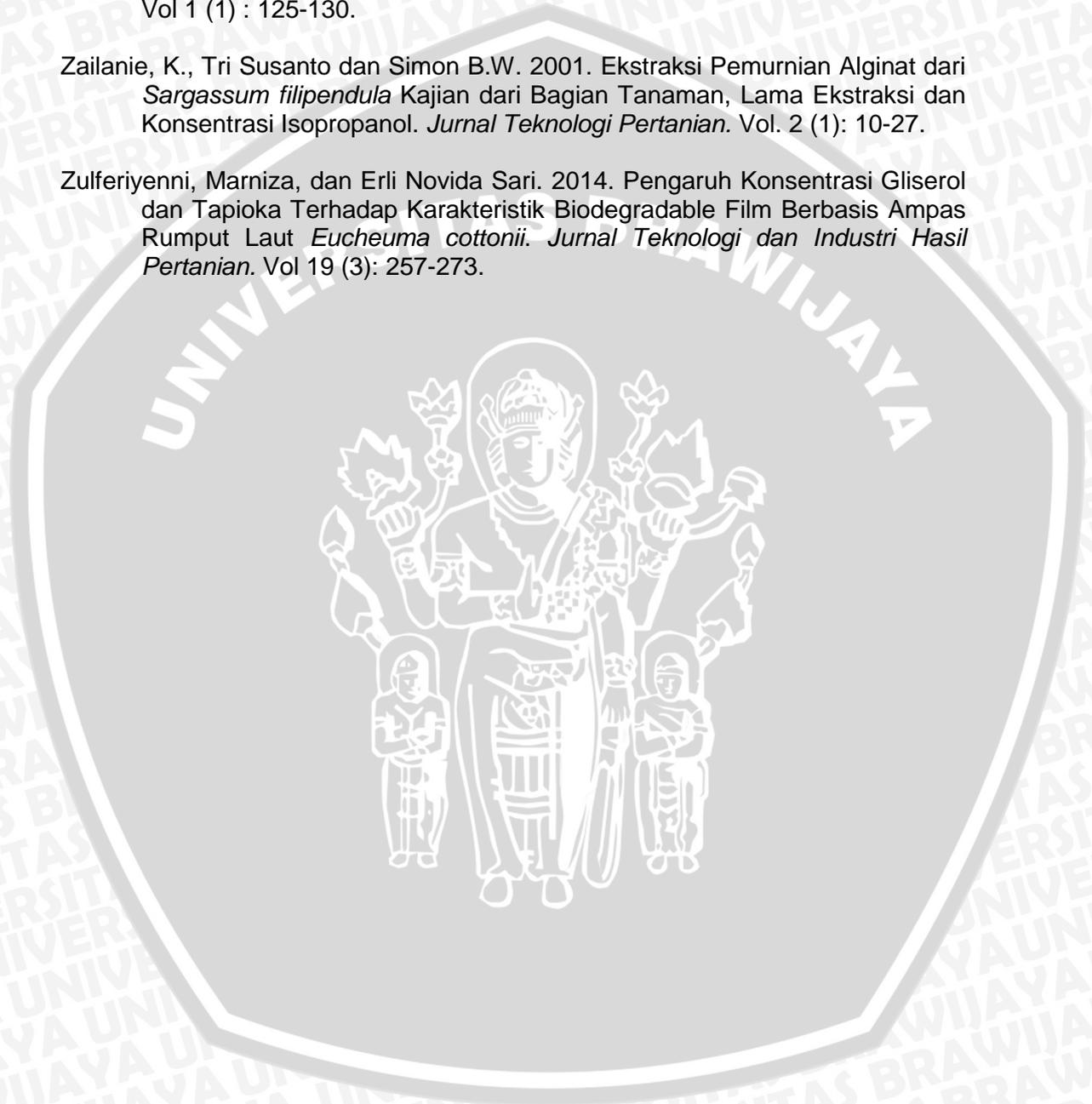
- Desa Kutuh Kecamatan Kuta Selatan. *Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*. Vol. 3 (1): 22-31.
- Syarifuddin, A. dan Yunianta. 2015. Karakterisasi Edible Film dari Pektin Albedo Jeruk Bali Dan Pati Garut. *Jurnal Pangan dan Agro Industri*. Vol 3 (4): 1538–1547.
- Triana, E. dan Nurhidayat N. 2007. Seleksi dan Identifikasi *Lactobacillus* Kandidat Probiotik Penurun Kolesterol Berdasarkan Analisis Sekuen 16s RNA. *Jurnal Biota*. Vol. 12 (2): 55-60.
- Tuiyo, Rully. 2013. Identifikasi Alga Coklat (*Sargassum sp*) di Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol. 1 (3): 193-195.
- Ulfah, Marya. 2009. Pemanfaatan Iota Karaginan (*Eucheuma spinosum*) dan Kappa Karaginan (*Kappaphycuz alvarezii*) sebagai Sumber Serat Untuk Meningkatkan Kekenyalan Mie Kering. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Walangare, K. B. A., Lumenta A. S. M., Wuwung J. O., dan Sugiarso B. A. 2013. Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol 1 (1): 1-11.
- Wenno, Max R., Johanna L. T., dan Chynthia Gracia C. L. 2012. Karakteristik Kappa Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* pada Berbagai Umur Panen. *JPB Perikanan* Vol 7. (1): 61-67.
- Widiastuti, Irawati Mei. 2011. Produksi *Gracilaria verrucosa* yang Dibudidayakan di Tambak dengan Berat Bibit dan Jarak Tanam yang Berbeda. *Jurnal agrisains*. Vol 12(1): 57–62.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Winarno, F.G. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan: Jakarta
- Wulandari, Retno. 2010. Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dengan Dua Metode. *Laporan Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Wulanningrum, Resty dan Aeri Rachmad. 2012. Pengenalan Rumput Laut Menggunakan Euclidean Distance Berbasis Ekstraksi Fitur. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. ISSN :1907-5022. hal. 1-6.
- Yani, Hastiatin Indah. 2006. Karakteristik Fisika Kimia Permen Jelly dari Rumput Laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*. *Skripsi*. Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Yulianti, R. dan Ginting E. 2012. Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film dari Umbi-umbian yang dibuat dengan Penambahan Plasticizer. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Vol. 3 (2): 131-135.

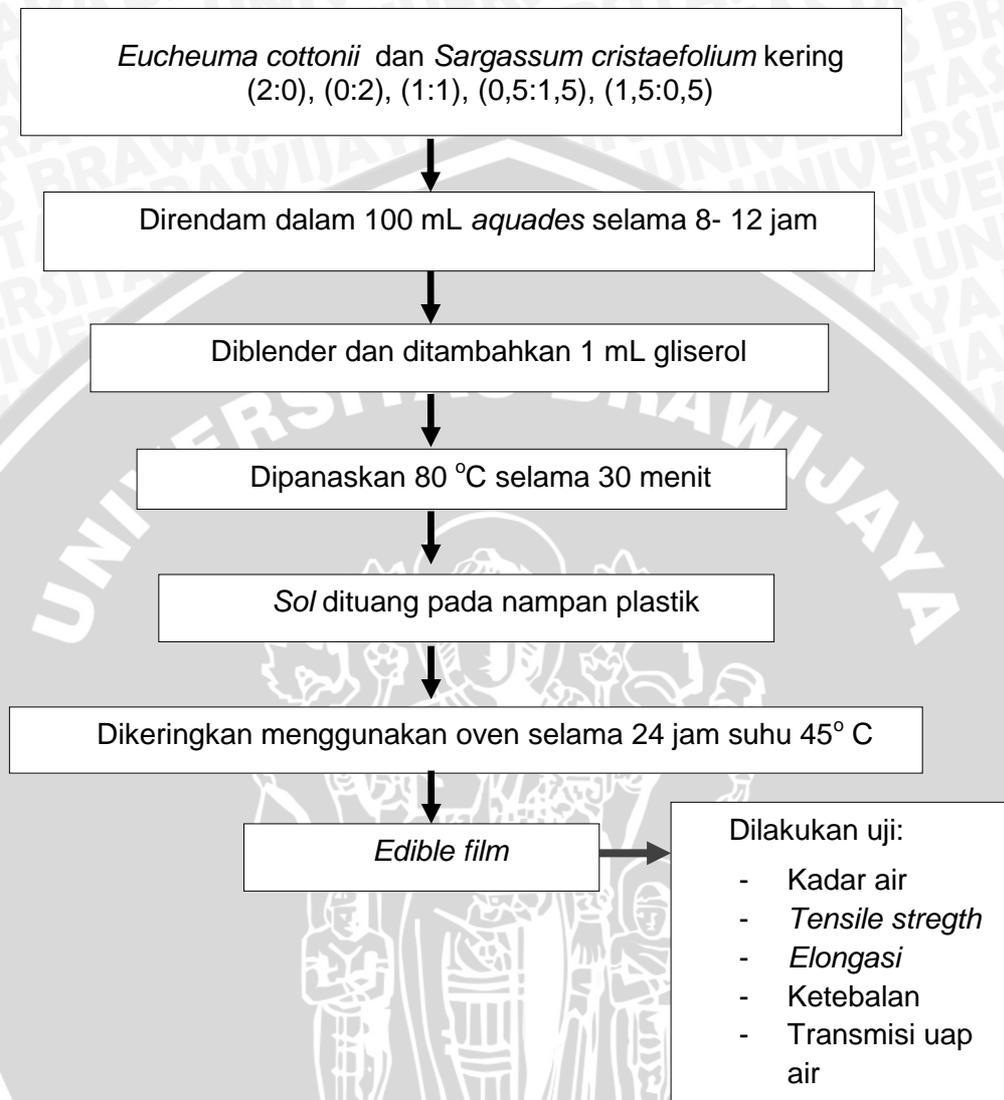
Zaidar, E. Rumodang B., Alvian Z., Sri T.R.S., dan Dwi L.A. 2013. Pembuatan Edible Film Dari Campuran Tepung Rumput Laut (*Eucheuma sp*), dengan Gliserol dan Kitosan. *Prosiding Seminar*. FMIPA Universitas Lampung. Vol 1 (1) : 125-130.

Zailanie, K., Tri Susanto dan Simon B.W. 2001. Ekstraksi Pemurnian Alginat dari *Sargassum filipendula* Kajian dari Bagian Tanaman, Lama Ekstraksi dan Konsentrasi Isopropanol. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 2 (1): 10-27.

Zulferiyenni, Marniza, dan Erli Novida Sari. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Tapioka Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Berbasis Ampas Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. Vol 19 (3): 257-273.

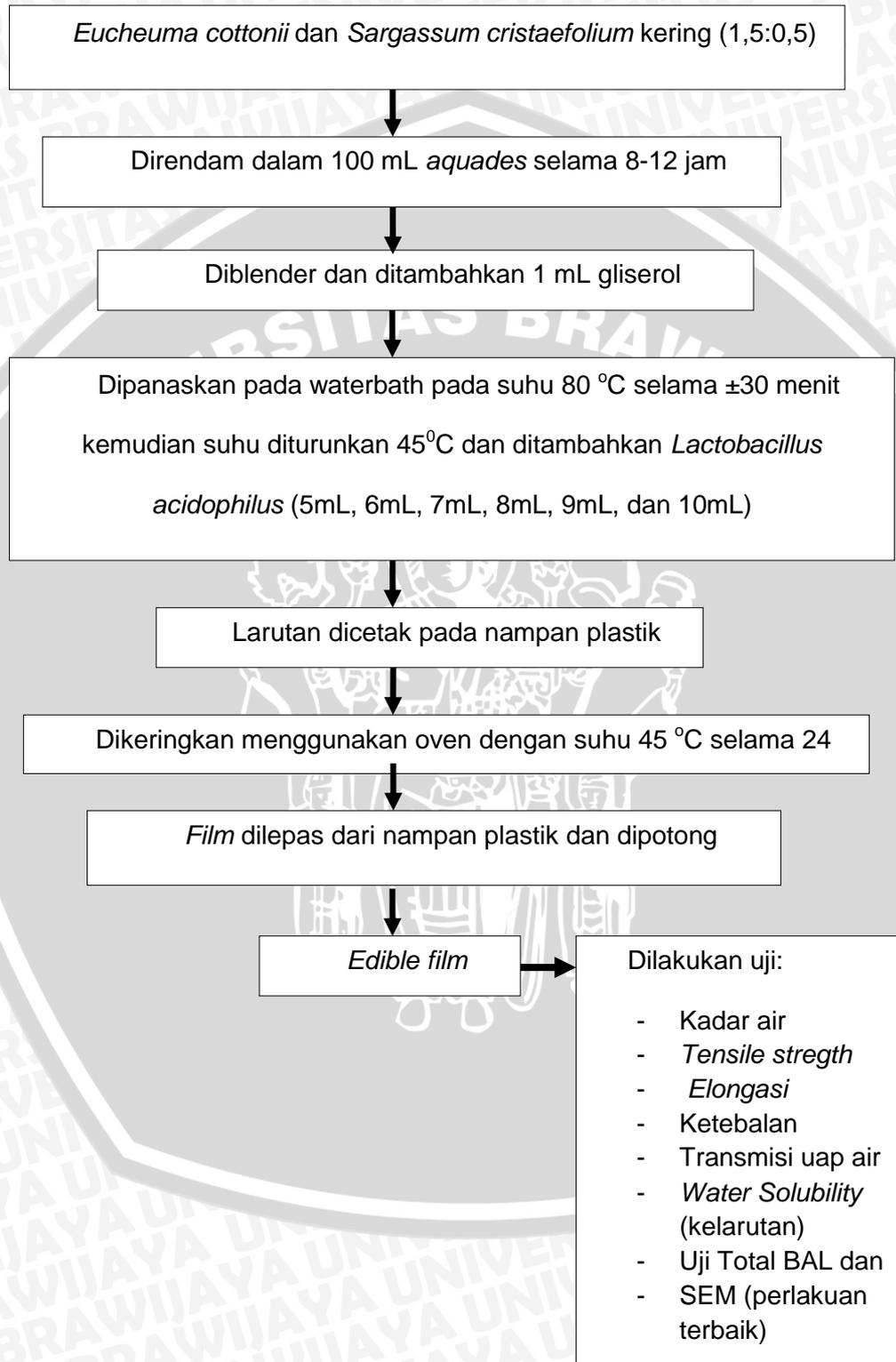


Lampiran 1. Skema Kerja Pembuatan *Edible Film* dari Rumput Laut Segar (sol) pada Penelitian Pendahuluan



Sumber: Hardoko (2008) yang telah termodifikasi

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



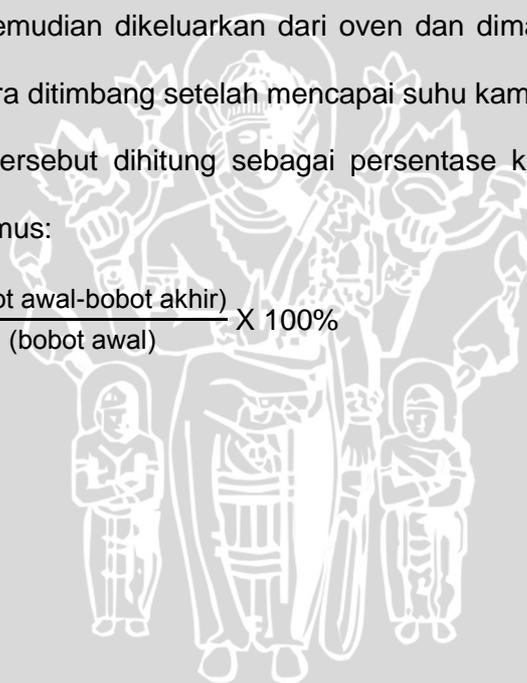
Sumber: Lacey *et al.* 2012 yang telah termodifikasi

Lampiran 3. Prosedur Analisa Kadar Air (AOAC 1995)

Prinsip penentuan kadar air adalah menguapkan air dalam bahan dengan jalan pemanasan, kemudian menimbang bahan sampel berat konstan yang berarti semua air bebas sudah diuapkan. Prosedur penentuan kadar air adalah sebagai berikut:

1. Sampel dipotong dengan ukuran 3 x 2 cm dimasukkan pada botol timbang yang telah diketahui beratnya.
2. Botol timbang tersebut dimasukkan dalam oven dengan suhu 105⁰C selama 24 jam atau hingga diperoleh berat konstan.
3. Sampel tersebut kemudian dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator dan segera ditimbang setelah mencapai suhu kamar.
4. Kehilangan berat tersebut dihitung sebagai persentase kandungan air dan dihitung dengan rumus:

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



Lampiran 4. Prosedur Uji Kelarutan air (Dick *et al.* 2015)

Prosedur Uji Ketebalan dapat dilakukan dengan cara :

1. Kadar air dari masing-masing sampel kemudian di timbang sebagai (W_i)
2. Kemudian ditambahkan *aquades* dan direndam selama 24 jam pada suhu 25°C
3. Lalu, sampel di sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5-10 menit.
4. Kemudian sampel di saring menggunakan kertas saring. Pada bagian yang tidak larut dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam.
5. Kemudian ditimbang berat bahan akhir (W_f).
6. Kelarutan air dapat dihitung dengan rumus :

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

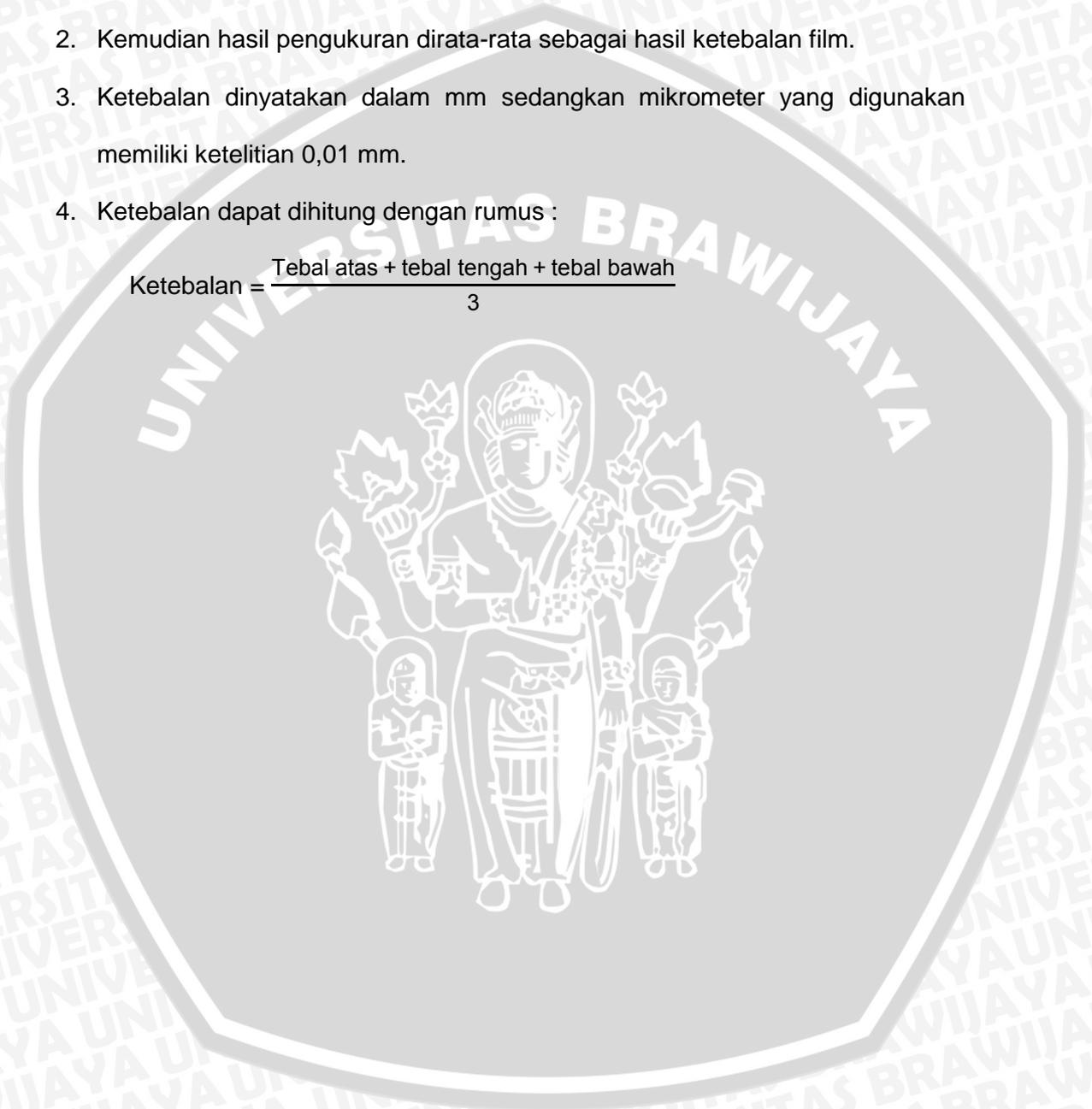


Lampiran 5. Prosedur Uji Ketebalan (Soukoulis e al. 2015)

Prosedur Uji Ketebalan dapat dilakukan dengan cara :

1. Sampel diukur dengan menggunakan *electronic digital micrometer* pada 3 tempat yang berbeda.
2. Kemudian hasil pengukuran dirata-rata sebagai hasil ketebalan film.
3. Ketebalan dinyatakan dalam mm sedangkan mikrometer yang digunakan memiliki ketelitian 0,01 mm.
4. Ketebalan dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Ketebalan} = \frac{\text{Tebal atas} + \text{tebal tengah} + \text{tebal bawah}}{3}$$



Lampiran 6. Prosedur Uji Kuat Tarik dan *Elongasi* (Soukoulis *et al.* 2015)

Prosedur Uji Kuat Tarik dapat dilakukan dengan cara :

1. Kuat tarik diukur dengan menggunakan *Tensile Strength and Elongation Tester Industries* model IMADA ZP 50N.
2. Sebelum dilakukan pengukuran, *film* dipotong-potong berbentuk persegi panjang 20 – 80 mm diletakkan pada grip dimana jarak pemisahannya berukuran 50 mm.
3. Pada tes tarik, beban yang dimiliki seberat ± 5 kg dengan kecepatan 1 mm/detik.
4. Kuat tarik ditentukan berdasarkan beban maksimum pada saat *film* pecah.

$$\text{Kuat tarik} = \frac{F_{\max}}{A}$$

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

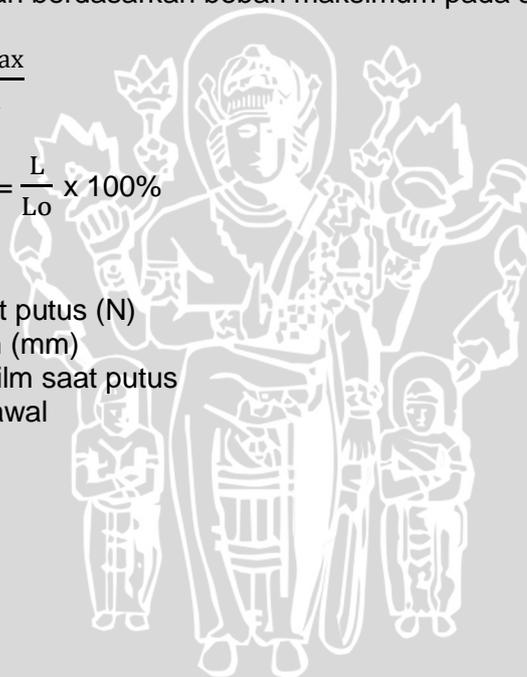
Keterangan:

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

A : ketebalan (mm)

L : panjang film saat putus

L_0 : panjang awal



Lampiran 7. Prosedur Uji Transmisi Uap Air (Antoniou *et al.* 2014)

Prosedur Uji Transmisi Uap Air dapat dilakukan dengan cara :

1. *Edible film* yang akan diuji dipotong 4 x 4 cm
2. Kemudian *beaker glass* diisi dengan 10 mL *aquades* dan *edible film* yang sudah dipotong diletakkan di *beaker glass*.
3. Setelah itu *edible film* dimasukkan dalam desikator yang berisi silika gel. Sebelumnya silika gel dikeringkan pada suhu 180°C selama 3 jam.
4. Pengukuran dilakukan setelah penyimpanan pada jam ke 24 jam.
5. Transmisi uap air dihitung dengan rumus:

$$WVP = \frac{\Delta W}{t \times A}$$

Dimana, W = perubahan berat *edible film* setelah 24 jam

t = waktu (24 jam)

A = luas area permukaan film (m²)



Lampiran 8. Pengujian Total BAL (Bakteri Asam Laktat) *Lactobacillus acidophilus* (SNI, 2006).

1. Sebanyak 1 g *edible film* yang mengandung bakteri probiotik diencerkan dalam 9 mL Na fisiologis steril.
2. Dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^8 .
3. Kemudian ditumbuhkan pada media MRS *agar* dan disimpan pada suhu 37°C selama 72 jam dalam kondisi anaerob.

Kemudian dilakukan perhitungan bakteri dan total jumlah bakteri dinyatakan dalam log koloni unit per g (log CFU/g) dengan yaitu :

$$N = \frac{\sum c}{[(1 \times n1) + (0,1 \times n2)] \times (d)}$$

Dimana :

N : jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per mL atau koloni per g

$\sum c$: jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung

n1 : jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung

n2 : jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung

d : pengenceran pertama yang dihitung

Lampiran 9. Analisis (ANOVA) Kadar Air *Edible Film* pada Penelitian Pendahuluan.

1. Data Kadar Air

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Air

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata	sd
	1	2	3	4			
A1	17,68	19,24	21,45	19,52	77,89	19,47	1,55
A3	20,68	20,22	19,78	21,85	82,52	20,63	0,89
A4	21,68	24,22	22,28	20,72	88,89	22,22	1,48
A5	16,33	19,88	18,60	16,28	71,08	17,77	1,77
Total	76,36	83,55	82,11	78,36	320,38	80,09	3,31

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (2:0)

A3 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1:1)

A4 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (0,5:1,5)

A5 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1,5:0,5)

2. Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

2.1 Hipotesis

H_0 : $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0$ atau $A = B = C = D$

H_1 : paling sedikit ada sepasang T_1 yang tidak sama atau paling sedikit ada sepasang nilai tengah yang tidak sama.

3. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

3.1 Faktor Koreksi (FK)

$$FK = 64,26$$

3.2 Jumlah Kuadrat Total Percobaan

$$\begin{aligned} JKT &= (17,68^2 + 19,24^2 + 21,45^2 + \dots + 16,28^2) - FK \\ &= 6483,04 - 64,2643 \\ &= 67,85 \end{aligned}$$

3.3 Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\begin{aligned} JKP &= (77,89^2 + 82,52^2 + \dots + 71,08^2) / 4 - FK \\ &= 6457,52 - 6415,19 \\ &= 42,33 \end{aligned}$$

3.4 Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 67,85 - 42,33 \\ &= 25,52 \end{aligned}$$

4. ANOVA

Tabel 2. Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
perlakuan	3	42,33	14,11	6,63	3,49	5,95
galat	12	25,52	2,13			
total	15	67,85				

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{1\%} \rightarrow$ Terima H_1 : berbeda nyata

5. Interpretasi

Perbandingan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang berbeda dapat mempengaruhi kadar air *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Perlakuan A5 dengan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* (1,5 : 0,5) memiliki nilai kadar air paling rendah dibandingkan dengan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* lainnya.

6. Menghitung BNT 5%

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= 2,18 \times 1,03 \\ &= 2,25 \end{aligned}$$

7. Notasi BNT 5%

Tabel 3. Kolom Notasi BNT 5%

Rata-rata Kadar Air (%)	(A5) 17,77	(A1) 19,47	(A3) 20,63	(A4) 22,23
(A5) 17,77	0,00			
(A1) 19,47	1,70	0,00		
(A3) 20,63	2,86	2,75	0,00	
(A4) 22,22	4,45	2,75	1,59	0,00
Notasi $\text{BNT}_{0,05} = 2,25$	a	b	bc	c

8. Kesimpulan

Dengan BNT 5% maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan A1, A3, A4, dan A5 mempunyai potensi yang tidak sama dan berbeda nyata antar perlakuan.



Lampiran 10. Analisis (ANOVA) Transmisi Uap Air *Edible Film* pada Penelitian Pendahuluan.

1. Data Transmisi Uap Air

Tabel 1. Hasil Analisis Transmisi Uap Air

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata	sd
	1	2	3	4			
A1	29,58	27,50	28,54	29,58	115,20	28,80	1,00
A3	24,46	26,21	23,42	20,29	94,38	23,60	2,49
A4	20,29	19,46	20,24	21,25	81,24	20,31	0,73
A5	24,37	24,57	23,33	25,42	97,69	24,42	0,86
Total	98,70	97,74	95,53	96,54	388,51	97,13	1,38

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (2:0)

A3 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1:1)

A4 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (0,5:1,5)

A5 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1,5:0,5)

2. Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

2.1 Hipotesis

H_0 : $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0$ atau $A = B = C = D$

H_1 : paling sedikit ada sepasang T_1 yang tidak sama atau paling sedikit ada sepasang nilai tengah yang tidak sama.

3. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

3.1 Faktor Koreksi (FK)

$$FK = 9433,75$$

3.2 Jumlah Kuadrat Total Percobaan

$$\begin{aligned} JKT &= (29,58^2 + 27,50^2 + 28,54^2 + \dots + 25,42^2) - FK \\ &= 9605,81 - 9433,75 \\ &= 172,06 \end{aligned}$$

3.3 Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\begin{aligned} JKP &= (115,20^2 + 94,38^2 + \dots + 97,69^2) / 4 - FK \\ &= 9580,47 - 9433,75 \\ &= 146,72 \end{aligned}$$

3.4 Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 172,06 - 146,72 \\ &= 25,34 \end{aligned}$$

4. ANOVA

Tabel 2. Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
perlakuan	3	146,72	48,91	23,16	3,49	5,95
galat	12	25,34	2,11			
total	15	172,06				

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{1\%} \rightarrow$ Terima H_1 : berbeda nyata

5. Interpretasi

Perbandingan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang berbeda dapat mempengaruhi transmisi uap air edible film berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Perlakuan A1 dengan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* (2 : 0) memiliki nilai transmisi uap air paling tinggi dibandingkan dengan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* lainnya.

6. Menghitung BNT 5%

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= 2.18 \times 1.027 \\ &= 2.24 \end{aligned}$$

7. Notasi BNT 5%

Tabel 3. Kolom Notasi BNT 5%

Rata-rata Transmisi Uap Air	(A4)	(A3)	(A5)	(A1)
Air	20,31	23,60	24,42	28,80
(A4) 20,31	0,00			
(A3) 23,60	3,29	0,00		
(A5) 24,42	4,11	0,83	0,00	
(A1) 28,80	8,49	5,21	4,38	0,00
Notasi $\text{BNT}_{0,05} = 2,24$	a	b	b	c

8. Kesimpulan

Dengan uji BNT 5% maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan A3 dan A5 mempunyai potensi yang sama dan berbeda nyata dengan perlakuan A1 dan A4.



Lampiran 11. Analisis Ketebalan *Edible Film* pada Penelitian Pendahuluan.

1. Data Ketebalan

Tabel 1. Hasil Analisis Ketebalan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata	sd
	1	2	3	4			
A1	69,83	73,93	72,20	75,47	291,43	72,86	2,42
A3	67,87	65,40	65,80	68,50	267,57	66,89	1,52
A4	92,80	95,66	93,00	90,97	372,43	93,11	1,93
A5	64,87	66,86	63,30	66,43	261,46	65,37	1,62
Total	295,37	301,85	294,30	301,37	1192,89	298,22	3,94

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (2:0)

A3 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1:1)

A4 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (0,5:1,5)

A5 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1,5:0,5)

2. Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

2.1 Hipotesis

H_0 : $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0$ atau $A = B = C = D$

H_1 : paling sedikit ada sepasang T_1 yang tidak sama atau paling sedikit ada sepasang nilai tengah yang tidak sama.

3. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

3.1 Faktor Koreksi (FK)

FK = 88936,66

3.2 Jumlah Kuadrat Total Percobaan

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (69,83^2 + 73,93^2 + 72,20^2 + \dots + 66,43^2) - \text{FK} \\ &= 90941,25 - 88936,66 \\ &= 2004,59 \end{aligned}$$

3.3 Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= (291,43^2 + 267,57^2 + \dots + 261,46^2) / 4 - \text{FK} \\ &= 90897,65 - 88936,66 \\ &= 1960,99 \end{aligned}$$

3.4 Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 2004,59 - 90941,25 \\ &= 43,60 \end{aligned}$$

4. ANOVA

Tabel 2. Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	3	1960,99	653,66	179,90	3,49	5,95
Galat	12	43,60	3,63			
Total	15	2004,59				

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{1\%} \rightarrow$ Terima H_1 : berbeda sangat nyata

5. Interpretasi

Perbandingan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang berbeda dapat mempengaruhi ketebalan *edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Perlakuan A4 dengan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* (0,5 : 1,5) memiliki nilai ketebalan paling tinggi dibandingkan dengan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* lainnya.

6. Menghitung BNT 5%

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= 2,18 \times 1,35 \\ &= 2,94 \end{aligned}$$

7. Notasi BNT 5%

Tabel 3. Kolom Notasi BNT 5%

Rata-rata Ketebalan (μm)	(A5)	(A2)	(A1)	(A3)
(A5) 65,37	0,00			
(A2) 66,89	1,53	0,00		
(A1) 72,86	7,49	5,96	0,00	
(A3) 93,11	27,74	26,22	20,25	0,00
Notasi				
$\text{BNT}_{0,05} = 2,94$	a	a	b	c

8. Kesimpulan

Dengan uji BNT 5% maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan A2 dan A5 memiliki potensi yang sama dan berbeda nyata dengan perlakuan A1 dan A3.



Lampiran 12. Analisis *Elongasi Edible Film* pada Penelitian Pendahuluan.

1. Data *Elongasi*

Tabel 1. Hasil Analisis *Elongasi*

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata	sd
	1	2	3	4			
A1	8,96	12,27	9,56	11,27	42,07	10,52	1,53
A3	3,12	6,08	6,19	2,65	18,04	4,51	1,89
A4	2,23	1,77	2,63	3,53	10,16	2,54	0,75
A5	9,27	7,86	5,07	5,54	27,74	6,94	1,98
Total	23,59	27,98	23,45	22,99	98,01	24,50	2,33

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (2:0)

A3 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1:1)

A4 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (0,5:1,5)

A5 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1,5:0,5)

2. Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

2.1 Hipotesis

H_0 : $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0$ atau $A = B = C = D$

H_1 : paling sedikit ada sepasang T_1 yang tidak sama atau paling sedikit ada sepasang nilai tengah yang tidak sama.

3. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

3.1 Faktor Koreksi (FK)

FK = 48,11

3.2 Jumlah Kuadrat Total Percobaan

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (8,96^2 + 12,27^2 + 9,56^2 + \dots + 5,54^2) - \text{FK} \\ &= 773,16 - 48,11 \\ &= 725,05 \end{aligned}$$

3.3 Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= (42,07^2 + 18,04^2 + \dots + 27,74^2) / 4 - \text{FK} \\ &= 742,06 - 693,95 \\ &= 742,06 \end{aligned}$$

3.4 Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 725,05 - 693,95 \\ &= 31,10 \end{aligned}$$

4. ANOVA

Tabel 2. Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	3	693,95	231,32	89,24	3,49	5,95
Galat	12	31,10	2,59			
Total	15	725,05				

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{1\%} \rightarrow$ Terima H_1 : berbeda nyata

5. Interpretasi

Perbandingan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang berbeda dapat mempengaruhi *elongasi edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Perlakuan A1 dengan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* (2 : 0) memiliki nilai elongasi paling tinggi dibandingkan dengan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* lainnya.

6. Menghitung BNT 5%

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= 2,18 \times 1,14 \\ &= 2,48 \end{aligned}$$

7. Notasi BNT 5%

Tabel 3. Kolom Notasi BNT 5%

	(A4)	(A3)	(A5)	(A1)
Rata-rata <i>Elongasi</i>	2,54	4,51	6,94	10,52
(A4) 2,54	0,00			
(A3) 4,51	1,97	0,00		
(A5) 6,94	4,4	2,43	0,00	
(A1) 10,52	7,98	6,01	3,58	0,00
Notasi				
$\text{BNT}_{0,05} = 2,48$	a	ab	b	C

8. Kesimpulan

Dengan uji BNT 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan A1, A3, A4, dan A5 memiliki potensi yang tidak sama dan berbeda nyata antar perlakuan.



Lampiran 13. Analisis (ANOVA) *Tensile Strength Edible Film* pada Penelitian Pendahuluan.

1. Data *Tensile Strength*

Tabel 1. Hasil Analisis *Tensile Strength*

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata	sd
	1	2	3	4			
A1	2,38	3,37	4,41	4,25	14,40	3,60	0,94
A3	2,20	2,08	1,35	2,91	8,54	2,14	0,64
A4	1,45	2,02	1,95	2,06	7,48	1,87	0,28
A5	3,31	2,29	2,20	2,49	10,30	2,57	0,51
Total	9,34	9,76	9,91	11,71	40,72	10,18	1,05

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (2:0)

A3 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1:1)

A4 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (0.5:1.5)

A5 : Konsentrasi *E. cottonii* : *Sargassum cristaefolium* (1.5:0.5)

2. Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

2.1 Hipotesis

H_0 : $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0$ atau $A = B = C = D$

H_1 : paling sedikit ada sepasang T_1 yang tidak sama atau paling sedikit ada sepasang nilai tengah yang tidak sama.

3. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

3.1 Faktor Koreksi (FK)

$$FK = 103,62$$

3.2 Jumlah Kuadrat Total Percobaan

$$\begin{aligned} JKT &= (2,38^2 + 3,37^2 + 4,41^2 + \dots + 2,49^2) - FK \\ &= 115,44 - 103,62 \\ &= 11,82 \end{aligned}$$

3.3 Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\begin{aligned} JKP &= (14,40^2 + 8,54^2 + \dots + 10,30^2) / 4 - FK \\ &= 110,57 - 103,62 \\ &= 6,95 \end{aligned}$$

3.4 Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 11,82 - 6,95 \\ &= 4,87 \end{aligned}$$

4. ANOVA

Tabel 2. Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	3	6,95	2,32	5,71	3,49	5,95
Galat	12	4,87	0,41			
Total	15	11,82				

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{5\%} \rightarrow$ Terima H_1 : berbeda nyata

5. Interpretasi

Perbandingan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang berbeda dapat mempengaruhi *tensile strength edible film* berbahan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium*. Perlakuan A1 dengan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* (2 : 0) memiliki nilai *tensile strength* paling tinggi dibandingkan dengan campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* lainnya.

6. Menghitung BNT 5%

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,05} &= 2,18 \times 0,45 \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

7. Notasi BNT 5%

Tabel 3. Kolom Notasi BNT 5%

Rata-rata	(A4)	(A3)	(A5)	(A1)
<i>Tensile Strength</i>	1,87	2,14	2,57	3,60
(A4) 1,87	0,00			
(A3) 2,14	0,27	0,00		
(A5) 2,57	0,70	0,44	0,00	
(A1) 3,60	1,73	1,47	1,03	0,00
Notasi				
$\text{BNT}_{0,05} = 0,98$	a	a	a	B

8. Kesimpulan

Dengan uji BNT 5% maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan A3, A4, dan A5 memiliki potensi yang sama dan berbeda nyata dengan perlakuan A1.



Lampiran 14. Analisis Kadar Air *Edible Film* dengan Penambahan *L. acidophilus* pada Penelitian Utama.

1. Data Kadar Air

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Air

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata	sd
	I	II	III	IV			
A1	15,50	16,03	14,59	16,43	62,55	15,64	0,80
A2	17,73	16,95	15,13	17,06	66,87	16,72	1,11
A3	19,64	18,08	20,59	17,34	75,65	18,91	1,47
A4	21,85	20,90	19,57	21,65	83,97	20,99	1,03
A5	21,95	22,79	20,39	23,18	88,31	22,08	1,24
A6	22,80	23,11	22,89	21,91	90,71	22,68	0,53
Total	119,47	117,86	113,16	117,57	468,06	117,02	

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *L. acidophilus* 5%

A2 : Konsentrasi *L. acidophilus* 6%

A3 : Konsentrasi *L. acidophilus* 7%

A4 : Konsentrasi *L. acidophilus* 8%

A5 : Konsentrasi *L. acidophilus* 9%

A6 : Konsentrasi *L. acidophilus* 10%

Descriptives

Kadar Air

Perlakuan	N	95% Confidence Interval for						
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
A1	4	15.64	.79546	.397	14.3717	16.9033	14.59	16.43
A2	4	16.7	1.11306	.556	14.9464	18.4886	15.13	17.73
A3	4	18.91	1.47299	.736	16.5686	21.2564	17.34	20.59
A4	4	20.99	1.03274	.516	19.3492	22.6358	19.57	21.85
A5	4	22.07	1.23654	.618	20.1099	24.0451	20.39	23.18
A6	4	22.67	.52798	.263	21.8374	23.5176	21.91	23.11
Total	24	19.50	2.86389	.584	18.2932	20.7118	14.59	23.18

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Air

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.148	5	18	.372

ANOVA

Kadar Air

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	167.896	5	33.579	29.133	.000
Within Groups	20.747	18	1.153		
Total	188.643	23			

Kadar Air

Duncan

Subset for alpha = 0.05

Perlakuan	N	1	2	3	4
A1	4	15.6375			
A2	4	16.7175			
A3	4		18.9125		
A4	4			20.9925	
A5	4			22.0775	22.0775
A6	4				22.6775
Sig.		.172	1.000	.170	.440

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 15. Analisis (ANOVA) *Elongasi Edible Film* pada Penelitian Utama.

1. Data *Elongasi*

Tabel 1. Hasil Analisis *Elongasi*

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata	sd
	I	II	III	IV			
A1	5.54	7.26	6.96	5.54	25.30	6.33	0.91
A2	6.66	7.46	8.04	7.57	29.73	7.43	0.57
A3	5.49	6.66	7.21	5.52	24.88	6.22	0.86
A4	4.86	5.89	6.56	5.93	23.24	5.81	0.70
A5	5.65	5.69	4.37	3.22	18.93	4.73	1.18
A6	3.68	3.12	4.27	4.37	15.44	3.86	0.58
Total	31.88	36.08	37.41	32.15	137.52	34.38	

Keterangan :

- A1 : Konsentrasi *L. acidophilus* 5%
 A2 : Konsentrasi *L. acidophilus* 6%
 A3 : Konsentrasi *L. acidophilus* 7%
 A4 : Konsentrasi *L. acidophilus* 8%
 A5 : Konsentrasi *L. acidophilus* 9%
 A6 : Konsentrasi *L. acidophilus* 10%

Descriptives

Elongasi

Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	4	6.32	.9146	.457	4.8695	7.7805	5.54	7.26
A2	4	7.43	.5731	.286	6.5205	8.3445	6.66	8.04
A3	4	6.22	.8556	.427	4.8584	7.5816	5.49	7.21
A4	4	5.81	.7037	.351	4.6902	6.9298	4.86	6.56
A5	4	4.73	1.1800	.590	2.8547	6.6103	3.22	5.69
A6	4	3.86	.5797	.289	2.9375	4.7825	3.12	4.37
Total	24	5.73	1.3882	.283	5.1438	6.3162	3.12	8.04

Test of Homogeneity of Variances

Elongasi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.720	5	18	.181

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31.964	5	6.393	9.307	.000
Within Groups	12.364	18	.687		
Total	44.327	23			

Elongasi

Duncan

		Subset for alpha = 0.05			
Perlakuan	N	1	2	3	4
A6	4	3.8600			
A5	4	4.7325	4.7325		
A4	4		5.8100	5.8100	
A3	4			6.2200	6.2200
A1	4			6.3250	6.3250
A2	4				7.4325
Sig.		.154	.083	.417	.064

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 16. Analisis Transmisi Uap Air *Edible Film* pada Penelitian Utama.

1. Data Transmisi Uap Air

Tabel 1. Hasil Analisis Transmisi Uap Air

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata	sd
	I	II	III	IV			
A1	12.94	15.17	13.49	14.52	56.12	14.03	1.00
A2	15.09	16.78	16.78	17.10	65.75	16.44	0.91
A3	16.45	16.47	17.43	18.05	68.40	17.10	0.78
A4	18.14	20.39	19.98	19.87	78.38	19.60	1.00
A5	19.28	18.45	19.42	20.49	77.64	19.41	0.84
A6	20.62	19.35	20.86	21.35	82.18	20.55	0.85
Total	102.52	106.61	107.96	111.38	428.47	107.12	

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *L. acidophilus* 5%

A2 : Konsentrasi *L. acidophilus* 6%

A3 : Konsentrasi *L. acidophilus* 7%

A4 : Konsentrasi *L. acidophilus* 8%

A5 : Konsentrasi *L. acidophilus* 9%

A6 : Konsentrasi *L. acidophilus* 10%

Descriptives

Transmisi Uap Air

Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean			
					Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
A1	4	14.03	1.003	.501	12.4336	15.6264	12.94	15.17
A2	4	16.43	.914	.457	14.9822	17.8928	15.09	17.10
A3	4	17.10	.781	.390	15.8569	18.3431	16.45	18.05
A4	4	19.59	.995	.497	18.0110	21.1790	18.14	20.39
A5	4	19.41	.837	.418	18.0771	20.7429	18.45	20.49
A6	4	20.54	.852	.426	19.1883	21.9017	19.35	21.35
Total	24	17.85	2.415	.493	16.8330	18.8728	12.94	21.35

Test of Homogeneity of Variances

Transmisi Uap Air

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.176	5	18	.968

ANOVA

Transmisi Uap Air

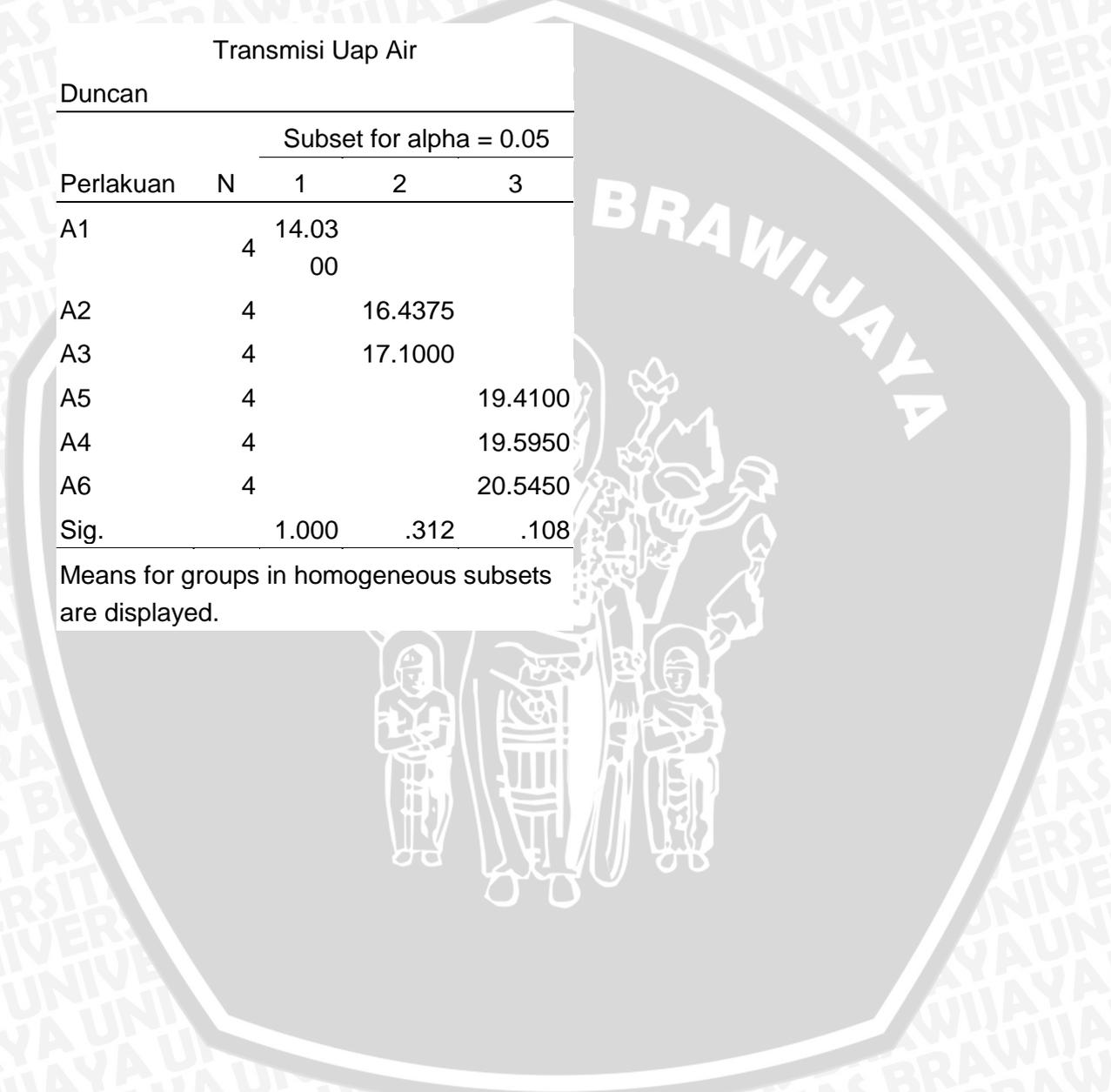
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	119.567	5	23.913	29.445	.000
Within Groups	14.618	18	.812		
Total	134.185	23			

Transmisi Uap Air

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A1	4	14.0300		
A2	4		16.4375	
A3	4		17.1000	
A5	4			19.4100
A4	4			19.5950
A6	4			20.5450
Sig.		1.000	.312	.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 17. Analisis *Tensile Strength Edible Film* pada Penelitian Utama.

1. Data *Tensile Strength*

Tabel 1. Hasil Analisis *Tensile Strength*

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata	Sd
	I	II	III	IV			
A1	5.80	4.58	6.92	5.04	22.34	5.59	1.02
A2	5.96	6.93	7.08	6.87	26.84	6.71	0.51
A3	5.80	4.96	4.67	4.94	20.37	5.09	0.49
A4	3.83	6.45	3.74	4.05	18.06	4.52	1.30
A5	4.14	5.46	3.91	4.15	17.66	4.42	0.71
A6	4.05	2.37	2.81	3.50	12.73	3.18	0.74
Total	29.58	30.75	29.13	28.55	118.00	29.50	

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *L. acidophilus* 5%

A2 : Konsentrasi *L. acidophilus* 6%

A3 : Konsentrasi *L. acidophilus* 7%

A4 : Konsentrasi *L. acidophilus* 8%

A5 : Konsentrasi *L. acidophilus* 9%

A6 : Konsentrasi *L. acidophilus* 10%

Descriptives								
Perlakuan	N	95% Confidence Interval for						
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
A1	4	5.58	1.022	.511	3.9582	7.2118	4.58	6.92
A2	4	6.71	.507	.253	5.9021	7.5179	5.96	7.08
A3	4	5.09	.489	.244	4.3130	5.8720	4.67	5.80
A4	4	4.51	1.294	.647	2.4570	6.5780	3.74	6.45
A5	4	4.41	.705	.352	3.2925	5.5375	3.91	5.46
A6	4	3.18	.742	.371	2.0016	4.3634	2.37	4.05
Total	24	4.91	1.339	.273	4.3516	5.4826	2.37	7.08

Test of Homogeneity of Variances

Tensile Strength

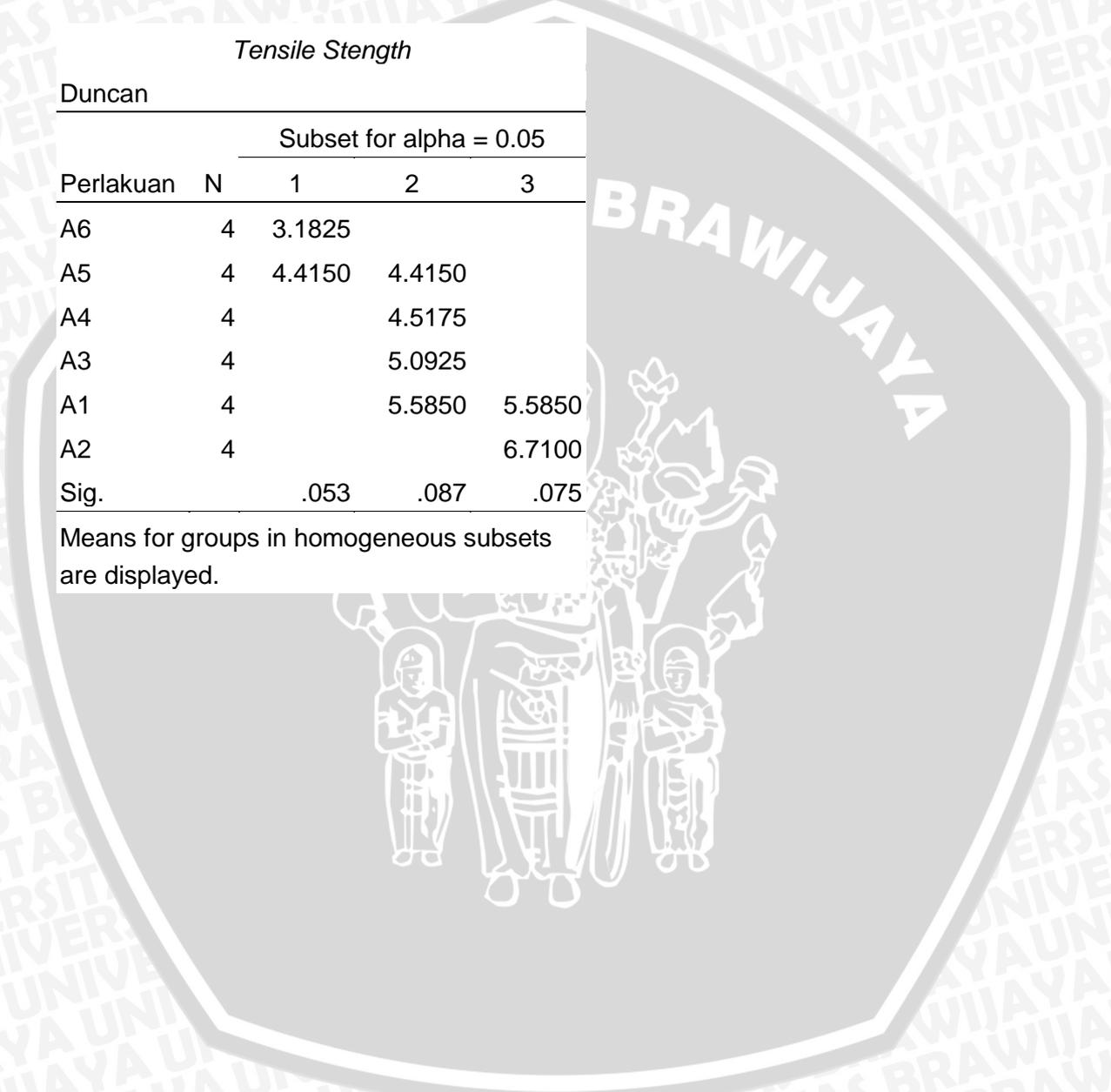
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.307	5	18	.305

ANOVA						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	28.448	5	5.690	7.998	.000	
Within Groups	12.804	18	.711			
Total	41.252	23				

Tensile Stength

Duncan		Subset for alpha = 0.05		
Perlakuan	N	1	2	3
A6	4	3.1825		
A5	4	4.4150	4.4150	
A4	4		4.5175	
A3	4		5.0925	
A1	4		5.5850	5.5850
A2	4			6.7100
Sig.		.053	.087	.075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 18. Analisis Ketebalan *Edible Film* pada Penelitian Utama.

1. Data Ketebalan

Tabel 1. Hasil Analisis Ketebalan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata	Sd
	I	II	III	IV			
A1	73.50	74.10	73.60	75.63	296.83	74.21	0.99
A2	80.74	81.67	80.13	79.73	322.27	80.57	0.84
A3	87.17	87.80	86.23	86.57	347.77	86.94	0.69
A4	87.50	87.10	86.60	87.63	348.83	87.21	0.46
A5	85.77	86.47	85.13	86.33	343.70	85.92	0.61
A6	92.33	93.80	92.60	94.03	372.76	93.19	0.85
Total	507.00	510.93	504.30	509.93	2032.16	508.04	

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *L. acidophilus* 5%

A2 : Konsentrasi *L. acidophilus* 6%

A3 : Konsentrasi *L. acidophilus* 7%

A4 : Konsentrasi *L. acidophilus* 8%

A5 : Konsentrasi *L. acidophilus* 9%

A6 : Konsentrasi *L. acidophilus* 10%

Descriptives

Ketebalan

Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean			
					Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
A1	4	74.20	.983	.491	72.6418	75.7732	73.50	75.63
A2	4	80.56	.844	.422	79.2242	81.9108	79.73	81.67
A3	4	86.94	.691	.345	85.8426	88.0424	86.23	87.80
A4	4	87.20	.463	.231	86.4699	87.9451	86.60	87.63
A5	4	85.92	.610	.305	84.9540	86.8960	85.13	86.47
A6	4	93.19	.849	.424	91.8381	94.5419	92.33	94.03
Total	24	84.67	6.110	1.247	82.0933	87.2534	73.50	94.03

Test of Homogeneity of Variances

Ketebalan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.722	5	18	.616

ANOVA						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	848.252	5	169.650	293.530	.000	
Within Groups	10.403	18	.578			
Total	858.655	23				

Ketebalan

Duncan						
Subset for alpha = 0.05						
Perlakuan	N	1	2	3	4	5
A1	4	74.2075				
A2	4	80.5675				
A5	4	85.9250				
A3	4	86.9425		86.9425		
A4	4	87.2075				
A6	4					93.1900
Sig.		1.000	1.000	.075	.628	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 19. Analisis Kelarutan *Edible Film* pada Penelitian Utama.

1. Data Kelarutan

Tabel 1. Hasil Analisis Kelarutan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata	Sd
	I	II	III	IV			
A1	50.50	51.40	52.20	51.20	205.30	51.33	0.70
A2	53.90	53.10	52.80	52.40	212.20	53.05	0.64
A3	53.90	54.40	53.70	54.90	216.90	54.23	0.54
A4	52.20	53.70	54.10	53.90	213.90	53.48	0.87
A5	55.10	56.20	55.90	57.50	224.70	56.18	1.00
A6	58.20	57.80	59.50	58.70	234.20	58.55	0.73
Total	323.80	326.60	328.20	328.60	1307.20	326.80	

Keterangan :

- A1 : Konsentrasi *L. acidophilus* 5%
- A2 : Konsentrasi *L. acidophilus* 6%
- A3 : Konsentrasi *L. acidophilus* 7%
- A4 : Konsentrasi *L. acidophilus* 8%
- A5 : Konsentrasi *L. acidophilus* 9%
- A6 : Konsentrasi *L. acidophilus* 10%

Descriptives

Kelarutan

Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A1	4	51.32	.6994	.349	50.21	52.43	50.50	52.20
A2	4	53.05	.6350	.317	52.03	54.06	52.40	53.90
A3	4	54.22	.5377	.268	53.36	55.08	53.70	54.90
A4	4	53.47	.8655	.432	52.09	54.85	52.20	54.10
A5	4	56.17	.9979	.498	54.58	57.76	55.10	57.50
A6	4	58.55	.7325	.366	57.38	59.71	57.80	59.50
Total	24	54.46	2.4709	.504	53.42	55.51	50.50	59.50

Test of Homogeneity of Variances

Kelarutan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.233	5	18	.943



ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	130.043	5	26.009	45.058	.000
Within Groups	10.390	18	.577		
Total	140.433	23			

Kelarutan						
Duncan						
Perlakuan	n	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
A1	4	4	51.3250			
A2	4	4		53.0500		
A4	4	4		53.4750		
A3	4	4		54.2250		
A5	4	4			56.1750	
A6	4	4				58.5500
Sig.			1.000	.052	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 20. Analisis (ANOVA) Total BAL *L. acidophilus* Edible Film pada Penelitian Utama.

1. Data Total BAL

Tabel 1. Hasil Analisis Total BAL

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata	sd
	I	II	III	IV			
A1	7.89	7.76	8.05	8.12	31.820	7.96	0.16
A2	8.59	8.74	8.25	8.38	33.960	8.49	0.22
A3	8.32	8.40	8.05	7.86	32.630	8.16	0.25
A4	8.56	8.20	7.68	8.58	33.020	8.26	0.42
A5	8.50	8.36	8.49	8.53	33.880	8.47	0.08
A6	8.22	8.24	8.28	8.38	33.120	8.28	0.07
Total	50.08	49.70	48.80	49.85	198.430	49.608	

Keterangan :

A1 : Konsentrasi *L. acidophilus* 5%

A2 : Konsentrasi *L. acidophilus* 6%

A3 : Konsentrasi *L. acidophilus* 7%

A4 : Konsentrasi *L. acidophilus* 8%

A5 : Konsentrasi *L. acidophilus* 9%

A6 : Konsentrasi *L. acidophilus* 10%

Descriptives

Total BAL

Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean			
					Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
A1	4	7.95	.16176	.080	7.6976	8.2124	7.76	8.12
A2	4	8.49	.21772	.108	8.1436	8.8364	8.25	8.74
A3	4	8.15	.24851	.124	7.7621	8.5529	7.86	8.40
A4	4	8.25	.42123	.210	7.5847	8.9253	7.68	8.58
A5	4	8.47	.07528	.037	8.3502	8.5898	8.36	8.53
A6	4	8.28	.07118	.035	8.1667	8.3933	8.22	8.38
Total	24	8.26	.27763	.056	8.1507	8.3851	7.68	8.74

Test of Homogeneity of Variances

Total BAL

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.641	5	18	.019

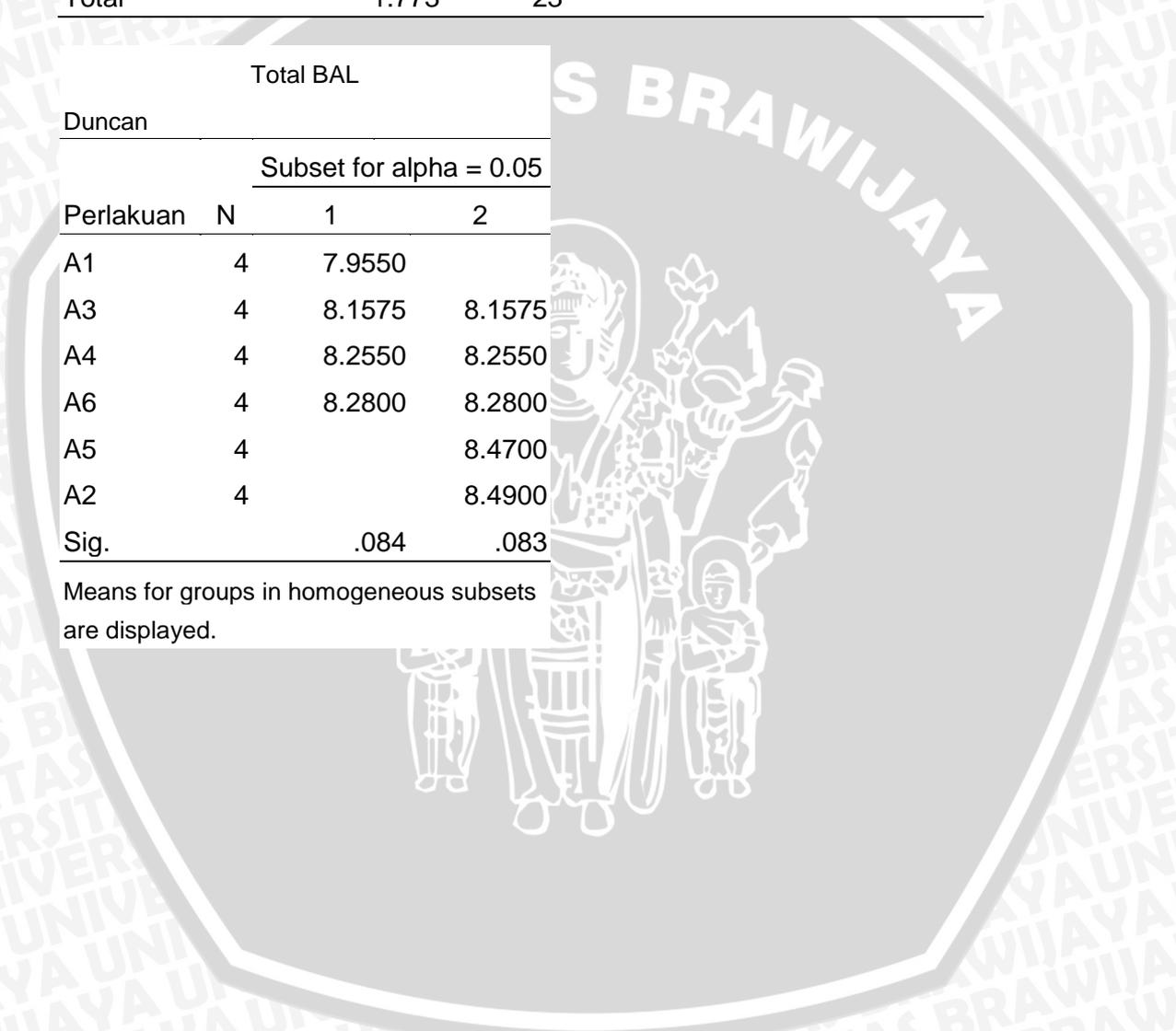
ANOVA

Total BAL

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.802	5	.160	2.976	.039
Within Groups	.970	18	.054		
Total	1.773	23			

		Total BAL	
Duncan		Subset for alpha = 0.05	
Perlakuan	N	1	2
A1	4	7.9550	
A3	4	8.1575	8.1575
A4	4	8.2550	8.2550
A6	4	8.2800	8.2800
A5	4		8.4700
A2	4		8.4900
Sig.		.084	.083

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 21. Dokumentasi Pembuatan *Edible Film* Berbahan *Euचेuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan Penambahan *L. acidophilus*.



1. Penimbangan rumput laut



2. Perendaman rumput laut



3. Pembuatan sol rumput laut dengan cara diblender



4. Penambahan gliserol 1%



5. Pemanasan sol rumput laut



6. Penambahan kultur *L. acidophilus*



7. Penuangan pada nampan plastik



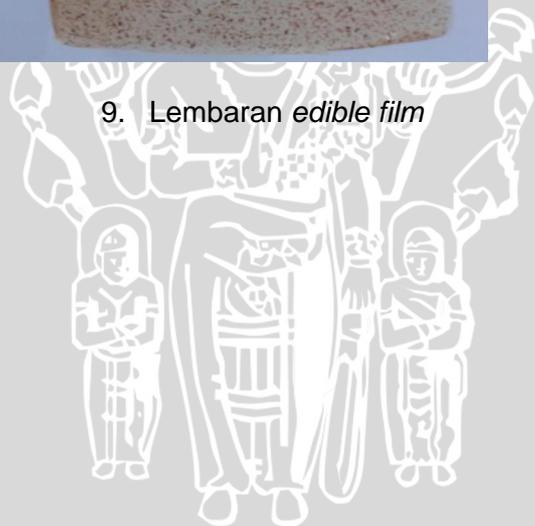
8. Pengovenan



9. Lembaran edible film

UNIVE

WIJAYA



Lampiran 22. Dokumentasi Hasil Lembaran *Edible Film* Berbahan Campuran *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dengan Penambahan Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* yang Berbeda.



1. Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 5%



2. Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 6%



3. Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 7%



4. Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 8%



5. Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 9%



6. Konsentrasi *Lactobacillus acidophilus* 10%