

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE*
FILM BERBAHAN *Eucheuma spinosum* DAN *Eucheuma cottonii***

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

**OLEH:
ABDUL HARIS
NIM. 125080300111049**



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

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE*
FILM BERBAHAN *Eucheuma spinosum* DAN *Eucheuma cottonii***

**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 :
ABDUL HARIS
NIM. 125080300111049**



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

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE*
FILM BERBAHAN *Eucheuma spinosum* DAN *Eucheuma cottonii***

Oleh:

ABDUL HARIS
NIM. 125080300111049

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 04 Agustus 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,
Dosen Penguji I



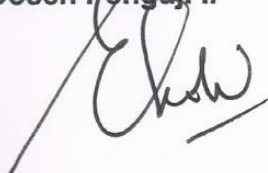
(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: 18 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



(Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes)
NIP. 19611022 198802 2 001
Tanggal: 18 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Penguji II



(Eko Waluyo, S.Pi., M.Sc)
NIP. 19800424 2005001 1 001
Tanggal: 18 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II



(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal: 18 AUG 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

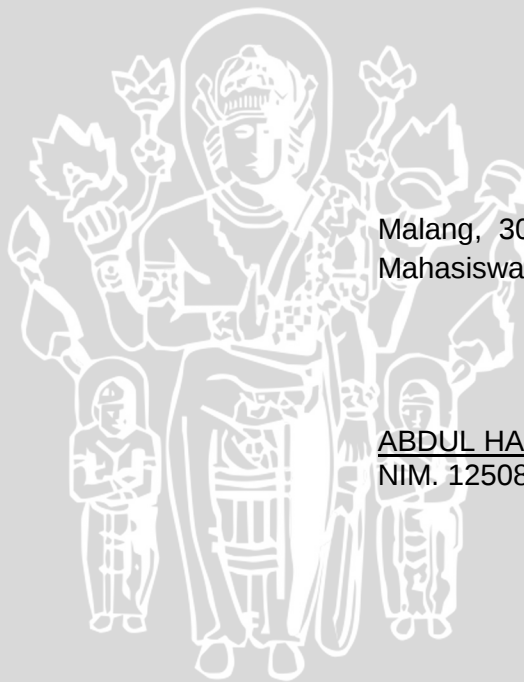


(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal: 18 AUG 2016

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis dengan judul “Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Karakteristik *Edible Film* Berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*”, benar merupakan hasil karya sendiri. Adapun karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain dalam naskah, telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti skripsi ini hasil penjiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 30 Juni 2016
Mahasiswa

ABDUL HARIS
NIM. 125080300111049

RINGKASAN

ABDUL HARIS. Laporan Skripsi dengan judul Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Karakteristik *Edible Film* Berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* Dibimbing oleh **Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes.**, dan **Dr. Ir. Happy Nursyam, MS.**

Potensi rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* di Indonesia sangat baik. Dua spesies rumput laut ini, mengandung senyawa karaginan (golongan hidrokoloid) yang dapat digunakan sebagai bahan dalam proses pengolahan *edible film*. *Edible film* adalah suatu produk yang dapat diolah dari hidrokoloid, lipida dan komposit. Ketiga bahan tersebut, dapat digunakan secara bersama maupun sendiri-sendiri. Hidrokoloid memiliki gugus hidroksi yang mampu berikatan dengan protein serta air, sehingga membentuk matriks yang kuat. Penggunaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*), sebagai bahan berbasis protein dalam pengolahan *edible film* perlu dilakukan. Budidaya ikan nila telah dilakukan secara intensif di Indonesia sehingga produksi ikan nila berlimpah dan mudah didapatkan. Pemanfaatan campuran bahan berupa *E. spinosum* dan *E. cottonii* dan tepung ikan nila dalam proses pengolahan *edible film* perlu dilakukan.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juni 2016 dengan menggunakan metode penelitian eksperimen. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui gugus fungsional pada bahan dengan uji FTIR dan menentukan perbandingan konsentrasi terbaik antara spesies *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan *edible film*. Penelitian utama bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik tepung ikan nila yang ditambahkan pada hasil penelitian pendahuluan kemudian dilakukan uji karakteristik fisik dan kimia. Data dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan kemudian di uji lanjut Tukey dengan program SPSS 23.0. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Material Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang.

Kombinasi Tepung Ikan Nila 1 %, *Eucheuma spinosum* 1,5 % dan *Eucheuma cottonii* 0,5 % pada keseluruhan campuran bahan merupakan kombinasi perbandingan bahan terbaik terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film.

Semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai ketebalan cenderung semakin tinggi, nilai kuat tarik mengalami penurunan dan kenaikan, nilai elongasi cenderung semakin rendah, nilai transmisi uap air cenderung semakin rendah, nilai kadar air cenderung semakin rendah dan nilai kelarutan cenderung semakin rendah.

KATA PENGANTAR

Mengucap syukur kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayahnya Laporan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Karakteristik *Edible Film* Berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*” dapat diselesaikan. Rasa hormat dan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes. selaku Dosen Pembimbing Pertama, yang telah memberikan semangat, doa, pengarahan dan bimbingan sejak penyusunan usulan sampai dengan selesainya penyusunan laporan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS. selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan semangat, doa, pengarahan dan bimbingan sejak penyusunan usulan sampai dengan selesainya penyusunan laporan skripsi ini.
3. Kepada Kedua Orang Tua yang memberikan doa dan kasih sayangnya selama penyusunan laporan skripsi.
4. Serta teman-teman angkatan 2012 khususnya program studi THP yang selalu memberikan semangat untuk secepatnya menyelesaikan laporan skripsi.

Laporan Skripsi ini masih perlu adanya penyempurnaan, sebagai peluang kritik dan saran dari para pembaca. Penulis berharap Laporan Skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, 30 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

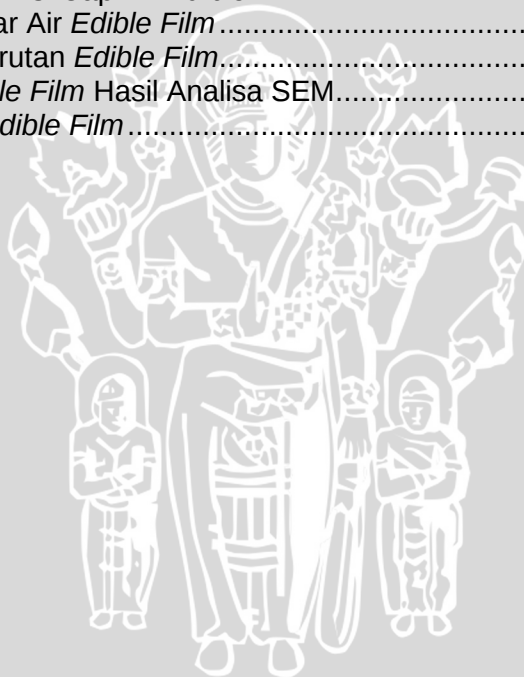
Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
LAMPIRAN.....	x
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Hipotesis Penelitian	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Edible Film</i>	5
2.2 Bahan-bahan <i>Edible Film</i>	6
2.2.1 Rumput Laut	7
2.2.1.1 <i>Eucheuma spinosum</i>	9
2.2.1.2 <i>Eucheuma cottonii</i>	12
2.2.2 Plasticizer	13
2.2.2.1 Gliserol	14
2.3 Tepung Ikan Nila	15
2.3.1 Ikan Nila	16
2.4 Proses Pengolahan <i>Edible Film</i>	17
2.4.1 Pembuatan Sol Rumput Laut <i>Eucheuma sp.</i>	18
2.5 Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Edible Film</i>	19
2.5.1 Kuat Tarik	19
2.5.2 Ketebalan	20
2.5.3 Elongasi	21
2.5.4 Transmisi uap air	22
2.5.5 Kadar air	22
2.5.6 Kelarutan	23
2.5.7 Asam Amino	24
2.5.8 SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>).....	25
2.5.9 FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	25
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	26
3.1 Materi Penelitian	26
3.1.1 Alat Penelitian	26
3.1.2 Bahan Penelitian	27
3.2 Metode Penelitian	27
3.2.1 Penelitian Pendahuluan	28
3.2.1.1 Rancangan Percobaan	29
3.2.1.2 Prosedur Penelitian Pendahuluan	29
3.2.2 Penelitian Utama	30
3.2.2.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan Penelitian Utama ..	31
3.2.2.2 Rancangan Percobaan Penelitian Utama	32
3.2.2.3 Prosedur Penelitian Utama	32

3.2.2.4 Parameter Uji Penelitian Utama	34
3.3 Prosedur Analisa Parameter Uji	35
3.3.1 Prosedur Analisa Fisik	35
3.3.1.1 Uji Kuat Tarik dan Uji Elongasi	35
3.3.1.2 Uji Ketebalan	35
3.3.1.3 Uji Laju Transmisi Uap Air	36
3.3.1.4 Uji Kelarutan	36
3.3.2 Prosedur Analisa Uji Kimia	37
3.3.2.1 Uji Kadar Air	37
3.3.2.2 Uji Kadar Abu	37
3.3.2.3 Uji Kadar Protein	38
3.3.2.4 Uji Kadar Lemak	39
3.3.2.5 Uji Kadar Karbohidrat	40
3.3.3 Uji FTIR	40
3.3.4 Uji Asam Amino	41
3.3.5 Uji SEM	41
3.4 Jadwal Penelitian	41
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Penelitian Pendahuluan	42
4.1.1 Identifikasi Bahan Baku dengan FTIR	43
4.1.1.1 <i>Eucheuma spinosum</i>	43
4.1.1.2 <i>Eucheuma cottonii</i>	45
4.1.1.3 Tepung Ikan Nila	46
4.1.1.4 <i>Eucheuma spinosum</i> dan <i>Eucheuma cottonii</i>	49
4.1.1.5 <i>Eucheuma spinosum</i> dan Tepung Ikan Nila	50
4.1.1.6 <i>Eucheuma cottonii</i> dan Tepung Ikan Nila	50
4.1.1.7 <i>Eucheuma spinosum</i> , <i>Eucheuma cottonii</i> dan Tepung Ikan Nila	51
4.1.2 Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Edible Film</i>	52
4.2 Penelitian Utama	53
4.2.1 Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Edible Film</i>	53
4.2.1.1 Hasil Analisa Ketebalan <i>Edible Film</i>	54
4.2.1.2 Hasil Analisa Kuat Tarik <i>Edible Film</i>	55
4.2.1.3 Hasil Analisa Elongasi <i>Edible Film</i>	57
4.2.1.4 Hasil Analisa Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i>	58
4.2.1.5 Hasil Analisa Kadar Air <i>Edible Film</i>	60
4.2.1.6 Hasil Analisa Kelarutan <i>Edible Film</i>	61
4.3 Perbandingan Hasil Analisa Karakteristik Produk dengan Standar	62
4.4 Analisa Kandungan Asam Amino dengan HPLC	63
4.5 Analisa Morfologi Permukaan <i>Edible Film</i> dengan SEM	64
5. KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Karaginan kappa.....	9
2. Karaginan iota.....	9
3. <i>Eucheuma spinosum</i>	11
4. <i>Eucheuma cottonii</i>	13
5. Reaksi Pembentukan Gliserol	14
6. Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	17
7. Spektra IR <i>Eucheuma spinosum</i>	44
8. Spektra IR <i>Eucheuma cottonii</i>	45
9. Spektra IR Tepung Ikan Nila	48
10. Hasil Analisa Ketebalan <i>Edible Film</i>	54
11. Hasil Analisa Kuat Tarik <i>Edible Film</i>	56
12. Hasil Analisa Elongasi <i>Edible Film</i>	57
13. Hasil Analisa Tranmisi Uap Air <i>Edible Film</i>	59
14. Hasil Analisa Kadar Air <i>Edible Film</i>	60
15. Hasil Analisa Kelarutan <i>Edible Film</i>	61
16. Mikrostruktur <i>Edible Film</i> Hasil Analisa SEM.....	65
17. Gumpalan pada <i>Edible Film</i>	65



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Luas Indikatif Efektif Kawasan Potensial Komoditas Rumput Laut	8
2. Karakteristik Karaginan	9
3. Formulasi <i>Edible Film</i> dari Sol <i>E. spinosum</i> dan <i>E. cottonii</i>	28
4. Rancangan Penelitian Pendahuluan	29
5. Formulasi <i>Edible Film</i> dari Sol Rumput Laut dengan Penambahan Tepung Ikan Nila	31
6. Rancangan Percobaan Penelitian Utama	32
7. Gugus, Jenis Senyawa dan Daerah Serapan Senyawa Organik	42
8. Gugus Fungsi yang Terkandung pada <i>Eucheuma spinosum</i>	44
9. Gugus Fungsi <i>Eucheuma spinosum</i> Dibandingkan dengan Literatur	45
10. Gugus Fungsi yang Terkandung pada <i>Eucheuma cottonii</i>	46
11. Gugus Fungsi <i>Eucheuma cottonii</i> Dibandingkan dengan Literatur	46
12. Hasil Analisa Proksimat Tepung Ikan Nila	47
13. Hasil Analisa Tepung Ikan Nila Dibandingkan dengan SNI	47
14. Gugus Fungsi yang Terkandung pada Tepung Ikan Nila	49
15. Gugus Fungsi Tepung Ikan Nila Dibandingkan dengan Literatur	49
16. Kesamaan Gugus Fungsi <i>Eucheuma spinosum</i> dan <i>Eucheuma cottonii</i>	49
17. Kesamaan Gugus Fungsi <i>Eucheuma spinosum</i> dan Tepung Ikan Nila	50
18. Kesamaan Gugus Fungsi <i>Eucheuma cottonii</i> dan Tepung Ikan Nila	51
19. Kesamaan Gugus Fungsi <i>Eucheuma spinosum</i> , <i>Eucheuma cottonii</i> dan Tepung Ikan Nila	51
20. Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Edible Film</i>	52
21. Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Edible Film</i>	53
22. Nilai Perbandingan Hasil Analisa Karakteristik Produk dengan Produk Komersial dan Standar	63
23. Hasil Analisa Kandungan Asam Amino <i>Edible Film</i> dan Ikan Nila	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
18. Diagram Alir Pembuatan Tahap Awal Sol Rumput Laut Kering	74
19. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ikan Nila	75
20. Diagram Alir Pembuatan <i>Edible Film</i> Berbahan Campuran <i>Eucheuma cottoni</i> , <i>Eucheuma spinosum</i> dan Tepung Ikan Nila	76
21. Prosedur Analisa Kadar Air	77
22. Prosedur Analisa Protein	78
23. Prosedur Analisa Kadar Lemak	79
24. Prosedur Analisa Kadar Abu	80
25. Prosedur Analisa Kadar Karbohidrat	81
26. Prosedur Analisa Ketebalan	82
27. Prosedur Analisa Kuat Tarik dan Elongasi	83
28. Prosedur Analisa Transmisi Uap Air	84
29. Prosedur Analisa Kelarutan	85
30. Data Analisa Perhitungan Ketebalan	86
31. Data Analisa Perhitungan Kuat Tarik	90
32. Data Analisa Perhitungan Elongasi	94
33. Data Analisa Perhitungan Transmisi Uap Air	98
34. Data Analisa Perhitungan Kadar Air	102
35. Data Analisa Perhitungan Kelarutan	106
36. Perhitungan Analisa De Garmo Penelitian Pendahuluan	110
37. Perhitungan Analisa De Garmo Penelitian Utama	112
38. Gambar Hasil <i>Edible Film</i>	114

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Potensi rumput laut jenis *Eucheuma*, yakni *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* menurut Suwariyati *et al.* (2014) di Indonesia sangat baik. Dua spesies rumput laut ini, menurut Setijawati *et al.* (2011) mengandung senyawa karaginan. *Eucheuma cottonii* sebagai penghasil senyawa karaginan *kappa* dan *Eucheuma spinosum* sebagai penghasil karaginan *iota* (Distantina *et al.*, 2010). Pemanfaatan senyawa karaginan secara umum menurut Distantina *et al.* (2012) tidak dilihat dari segi nutrisinya, namun lebih karena sifat fungsionalnya yakni pembentuk gel, pengental, pengikat air dan perbaikan tekstur.

Senyawa karaginan merupakan golongan hidrokoloid (Handito, 2011). Hidrokoloid dapat digunakan sebagai bahan dalam proses pengolahan *edible film*. *Edible film* adalah suatu produk yang dapat diolah dari hidrokoloid, lipida dan komposit. Ketiga bahan tersebut, dapat digunakan secara bersama maupun sendiri-sendiri. *Edible film* merupakan suatu pengemas yang dapat mengendalikan perpindahan *massa* zat antara makanan dan lingkungan sehingga produk yang dikemas akan memiliki umur simpan yang lebih panjang serta kualitas produk akan meningkat (Khwaldia *et al.*, 2004). Pengemas ini, dapat dimakan bersama produk yang dikemasnya (Handito, 2011). Karakteristik *edible film* berdasarkan pendapat dari Sutono dan Pranoto (2013), dapat dicapai jika tercipta suatu ikatan silang antar makromolekulnya, sehingga terbentuk stabilitas mekanik yang tinggi dan terbentuknya jaringan yang kontinyu. Produk sejenis yang dapat dijadikan pembanding karena memiliki kemiripan pada karakteristik visual yang sekarang sedang naik daun menurut Riyanto *et al.* (2014) adalah pengemas *sushi* yakni *nori*. *Nori* merupakan makanan yang berbentuk lembaran tipis dengan ukuran 0,2 mm, disusun pada 10 sampai 20 lapis dan diolah dari bahan alga laut *Phorphyra* yang

dipotong halus dengan ukuran seragam dan dikeringkan. Memang mulanya *nori* disajikan sebagai penyedap dan hiasan makanan, lauk pauk maupun makanan ringan yang telah dimulai pada 300 tahun sebelum masehi. Pemanfaatan *nori* saat ini mengalami perkembangan yang pesat yakni berfungsi sebagai pembungkus *sushi*.

Penentuan kualitas *edible film* didasarkan pada JIS (*Japanesse Industrial Standard*) dapat diketahui dari beberapa karakteristik yang dimilikinya, nilai analisa ketebalan maksimal 0,25 mm, nilai analisa transmisi uap air maksimal 7 mL/m²/hari, nilai analisa kuat tarik minimal 4 kgf/cm², nilai analisa persen perpanjangan minimal 70 % (Saputra *et al.*, 2015). Lebih lengkapnya, kualitas *edible film* menurut Syarifuddin dan Yuniarta (2015) dapat diketahui dari nilai analisa kadar air dan nilai analisa kelarutan. Semakin tinggi nilai kelarutan *edible film* yang dihasilkan, maka semakin mudah produk ini untuk dikonsumsi. Karena bahan utama yang digunakan berasal dari senyawa hidrokoloid (polimer larut air) dengan kemampuan yang dapat mengental dan membentuk sistem gel encer yang terbuat dari bahan alami, menurut Roiyana *et al.*, (2012) bahan ini sudah lama dipergunakan sebagai bahan campuran pada pengolahan pangan yang aman dikonsumsi.

Hidrokoloid memiliki gugus hidroksi yang mampu berikatan dengan protein serta air sehingga membentuk matriks yang kuat (Agustin, 2012). *Eucheuma cottonii* memiliki kadar karaginan 80 % dari berat kering (Prasetyowati *et al.*, 2008). *Eucheuma spinosum* memiliki kadar karaginan 33 % dari berat kering (Hudha *et al.*, 2012). Penggunaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*), sebagai bahan berbasis protein yang digunakan untuk pengolahan *edible film* saat ini belum dilakukan. Ikan nila segar memiliki kadar protein 17,7%. Budidaya ikan nila telah dilakukan secara intensif di Indonesia sehingga produksi ikan nila berlimpah, dengan demikian suplai ikan nila mudah didapatkan (Putri *et al.*, 2012). Jenis asam amino esensial

yang terkandung pada ikan nila menurut Tasbozan *et al.* (2013) adalah *threonine* 9,29 %, *valine* 10,50 %, *methionine* 5,71 %, *isoleucine* 10,52 %, *leucine* 16,81 %, *phenylalanine* 9,18 %, *histidin* 5,33 %, *lysine* 20,44 % dan *arginine* 12,23 %. Adapun kandungan asam amino non esensial berupa *serine*, *glutamic acid*, *proline*, *glycine*, *alanine*, *aspartic acid* dan *tyrosine*.

Pemanfaatan campuran bahan berupa *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* yang memiliki senyawa karaginan dan tepung ikan nila sebagai sumber protein dalam usaha pengolahan produk *edible film* saat ini belum dilakukan. Pencampuran ketiga jenis bahan baku ini, diharapkan mampu menghasilkan produk *edible film* yang berkualitas. Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, yakni untuk menghasilkan produk *edible film* yang dapat diproduksi baik skala UKM maupun skala industri maka penggunaan rumput laut dalam keadaan segar yang digunakan atau tanpa perlakuan ekstraksi senyawa karaginan yang memerlukan peralatan dan bahan khusus.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah, apakah pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi yang berbeda terhadap karakteristik *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah, untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi yang berbeda terhadap karakteristik *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah:

H0: Diduga penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi yang berbeda pada proses pengolahan *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* tidak berpengaruh terhadap kualitas *edible film* yang dihasilkan.

H1: Diduga penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi yang berbeda pada proses pengolahan *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* berpengaruh terhadap kualitas *edible film* yang dihasilkan.

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 18 Januari 2016 hingga 30 Juni 2016 yang bertempat di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Material Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Edible Film*

Penggunaan kemasan plastik ternyata dapat menjadi ancaman bagi kesehatan manusia, pengemas plastik dapat menjadi kontaminasi pada produk yang dikemasnya. Penggunaan plastik pada produk yang panas dapat mengakibatkan terurainya polimer plastik menjadi monomernya dan dapat masuk pada produk yang dikemasnya. Selain dapat menjadi bahan kontaminan pada produk yang dikemasnya, pengemas plastik saat ini telah menimbulkan pencemaran lingkungan. Sifat fisikokimia yang sangat stabil pada plastik, menyebabkan pengemas ini baru dapat terurai secara sempurna dalam kurun waktu 1.000 tahun. Saat ini telah dikembangkan bahan pengemas yang ramah lingkungan dan aman yang diberi nama *edible packaging*, merupakan kemasan *biodegradable* yang akan melindungi pangan saat masa penyimpanan. *Edible packaging* terdiri dari dua jenis yang berbeda pada sifat dan fungsi spesifiknya, yakni *edible film* dan *edible coating* (Nurhayati dan Agusman, 2011).

Edible film merupakan pelapis pangan yang tipis dan layak dikonsumsi, serta dapat terdegradasi secara biologis oleh alam. Untuk meningkatkan nilai fungsionalnya, dapat dipadukan dengan bahan lain berupa gliserol yang berperan sebagai *plasticizer*. *Plasticizer* akan meningkatkan fleksibilitas *film* dengan cara menyela pembentukan *double heliks* dari amilosa dengan cabang amilopektin, kemudian menurunkan interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin (Kusumawati dan Putri, 2013)

Edible film secara umum dapat terbentuk oleh tiga kategori campuran bahan yakni hidrokoloid, lipida dan komposit. Hidrokoloid berupa protein, alginat, turunan selulosa, pektin, pati, karaginan dan polisakarida. Lipida berupa asilgliserol, lilin, asam lemak yakni asam stearat dan asam palmitat. Komposit berupa bahan yang mengandung senyawa lipida dan hidrokoloid. *Edible film* berfungsi untuk

menghambat perpindahan uap air, oksigen, aroma, karbondioksida dan lipid. *Edible film* juga mengandung bahan-bahan tambahan pangan berupa flavor, antimikrobia dan antioksidan. Produk ini akan memperbaiki karakteristik pangan. Keuntungan penggunaan pengemas *edible film* jika dibandingkan dengan pengemas sintetis adalah pengemas ini dapat dimakan dengan produk yang dikemasnya (Handito, 2011).

2.2 Bahan-bahan *Edible Film*

Bahan yang digunakan sebagai pembentuk *edible film* adalah hidrokoloid, lipida dan komposit. Hidrokoloid dapat dibentuk dari senyawa polisakarida maupun protein (Dhanapal *et al.*, 2012). Hidrokoloid dapat berupa karaginan, pektin, pati, selulosa, alginat dan polisakarida. Lipida dapat berupa asilgliserol, asam lemak (asam stearat dan asam palmitat) dan lilin. Komposit merupakan bahan yang mengandung komponen hidrokoloid dan lipid (Handito, 2011).

Hidrokoloid menurut Setijawati *et al.* (2011), dapat dihasilkan dari rumput laut jenis *Eucheuma* yakni *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. Rumput laut ini mengandung senyawa karaginan. Pengertian senyawa karaginan menurut Distantina *et al.* (2012), merupakan polisakarida linier berupa galaktan tersulfatasi yang diekstrak dari salah satu jenis rumput laut. Pemanfaatan karaginan lebih mengacu pada fungsinya (pembentuk gel, perbaikan tekstur, pengental dan pengikat air), bukan dari segi nutrisinya.

Sumber protein menurut Devi (2015), dapat dihasilkan dari ikan nila. Ikan nila mengandung kadar protein sebesar 43,76 % pada setiap 100 gram berat ikan. Ikan ini juga mengandung kadar lemak sebesar 7,01 % pada setiap 100 gram berat ikan. Agar dihasilkan *edible film* yang memiliki sifat kelenturan yang baik menurut Sari *et al.* (2008), pada tahap pembuatan emulsi dapat ditambahkan *plasticizer*. *Plasticizer* merupakan bahan organik yang mempunyai berat molekul rendah

dengan fungsi untuk memperlemah kekuatan polimer sehingga sifat fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer meningkat.

2.2.1 Rumput Laut

Rumput laut tergolong dalam jenis tanaman berderet rendah. Melekat pada substrat tertentu, yakni karang, pasir, lumpur, batu dan benda keras lainnya serta dapat melekat pada tumbuhan lain secara epifitik. Ciri-ciri yang dimiliki adalah tidak mempunyai batang maupun daun sejati tetapi hanya menyerupai batang yang dikenal sebagai thallus. Rumput laut juga memiliki ciri tidak mempunyai akar (Prasetyowati *et al.*, 2008).

Rumput laut mengandung nutrisi esensial berupa asam amino, asam nukleat, enzim dan vitamin (A, D, E, K, B dan C). Zat gizi dalam tumbuhan ini berupa protein 17,2- 27,13 %, karbohidrat 39-51 %, lemak 1,5 % dan mineral (K, Ca, P, Na, Fe dan I). Keberadaan senyawa hidrokoloid yang tinggi pada rumput laut, dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembentuk gel, penstabil, pengemulsi dan pendispersi (Sanger, 2009). Hidrokoloid merupakan polisakarida non pati yang berfungsi mengendalikan elastisitas pada pangan, baik dalam bentuk cair maupun padat (Agustin, 2011).

8,8 % dari total biota laut di perairan Indonesia merupakan rumput laut. Menempati habitat seluas 1,2 juta hektar, merupakan yang terluas di dunia. Dari total 8.642 jenis rumput laut yang ada di dunia, negara Indonesia memiliki 555 atau sebesar 6,42 %. Pemanfaatan rumput laut di Indonesia saat ini masih sebatas sebagai bahan pangan bagi penduduk pesisir dan belum dimanfaatkan pada tingkat industri. Upaya optimalisasi dari pemanfaatan rumput laut di Indonesia harus dilakukan, sebagai langkah meningkatkan perekonomian rakyat dan perbaikan gizi (Suparmi dan Sahri, 2009).

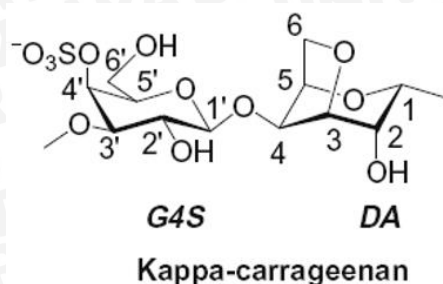
Luas indikatif efektif kawasan potensial di negara Indonesia menurut data dari Kementerian Perdagangan (2013), untuk komoditas rumput laut disajikan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Luas Indikatif Efektif Kawasan Potensial Komoditas Rumput Laut

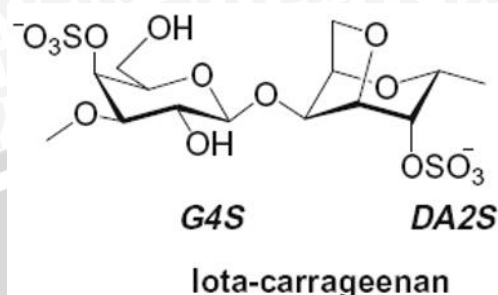
No	PROVINSI	LUAS (HA)	
		INDIKATIF	EFEKTIF
1	Nangroe Aceh Darussalam	24.282	12.141
2	Sumatera Utara	19.863	9.932
3	Sumatera Barat	33.742	16.871
4	Riau	0	0
5	Kepulauan Riau	0	0
6	Jambi	7.646	3.823
7	Bengkulu	6.172	3.086
8	Sumatera Selatan	12.236	6.118
9	Bangka Belitung	76.657	38.329
10	Lampung	15.819	7.910
11	Banten	1.814	907
12	DKI Jakarta	1.641	8.21
13	Jawa Barat	0	0
14	Jawa Tengah	0	0
15	D.I. Yogyakarta	0	0
16	Jawa Timur	12.755	6.378
17	Bali	4.701	2.351
18	Nusa Tenggara Barat	45.330	22.665
19	Nusa tenggara timur	68.764	34.382
20	Kalimantan Barat	0	0
21	Kalimantan Tengah	0	0
22	Kalimantan Selatan	10.208	5.104
23	Kalimantan Timur	11.495	5.748
24	Sulawesi Utara	3.598	1.799
25	Gorontalo	20.621	10.311
26	Sulawesi Tengah	65.426	32.713
27	Sulawesi Selatan	13.201	6.601
28	Sulawesi Tenggara	54.770	27.385
29	Maluku	99.185	49.593
30	Maluku Utara	82.179	41.090
31	Irian Barat	51.591	25.796
32	Papua Tengah	22.009	11.005
33	Papua Timur	3.747	1.874
Jumlah		769.452	384.733

Eucheuma cottonii sebagai penghasil senyawa karaginan *kappa* menurut Distantina *et al.* (2010), adalah nama dagang dari *Kappaphycus alvarezii* dan *Eucheuma spinosum* sebagai penghasil karaginan *iota* adalah nama dagang dari

Eucheuma denticulatum. Adapun gambar struktur kimia dari senyawa karaginan *kappa* dan karaginan *iota* disajikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Karaginan *kappa*



Gambar 2. Karaginan *iota*

Karakteristik karaginan menurut Salam dan Larasati (2013), disajikan pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Karakteristik Karaginan

	Kappa	Iota	Lambda
Ester Sulfat	25 - 30 %	28 - 35 %	32 - 34 %
3,6-anhidrogallaktosa	28 - 38 %	-	30 %
Kelarutan			
Air Panas	Larut suhu > 70°C	Larut suhu > 70°C	Larut
Air Dingin	Larut Na ⁺	Larut Na ⁺	Larut semua garam
Susu Panas	Larut	Larut	larut
Susu Dingin + Tspp	Kental	Kental	Lebih Kental
Larutan Gula	Larut (panas)	Susah larut	Larut (panas)
Larutan Garam	Tidak larut	Tidak larut	Larut (panas)
Larutan Organik	Tidak larut	Tidak larut	Tidak larut
Gel			
Pengaruh Kation	Membentuk gel kuat K ⁺	Gel sangat kuat Ca ⁺	Tidak membentuk gel
Tipe Gel	Rapuh	Elastis	Tidak membentuk gel
Stabilitas			
pH Netral dan Basa	Stabil	Stabil	Stabil
Asam (pH 3,5)	Terhidrolisa	Terhambat panas	Terhidrolisis

2.2.1.1 *Eucheuma spinosum*

Desa Ranooha kecamatan Moramo kabupaten Konawe Selatan provinsi Sulawesi selatan menurut Abdan *et al.* (2013), merupakan salah satu wilayah sebagai tempat budidaya *Eucheuma spinosum*. Untuk membudidayakan rumput

laut jenis ini, harus memperhatikan jarak tanam sebagai langkah perbaikan teknik budidaya. Jarak tanam yang berbeda akan mempengaruhi laju pertumbuhan dan kadar karaginan yang dihasilkan. Jarak tanam yang luas akan memperluas pula area permukaan air yang membawa unsur hara. Jarak tanam yang baik dari masing-masing bibit, dengan metode *long line* adalah 30-40 cm. Menurut Santoso dan Nugraha (2008), banyak nelayan yang lebih condong untuk membudidayakan rumput laut spesies *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* dikarenakan permintaan pasar yang besar. Berbagai wilayah di Indonesia yang bagus untuk budidaya rumput laut jenis *Eucheuma* adalah di Sabang (Nanggroe Aceh Darussalam), pesisir selatan Mentawai (Sumatra Barat), Kepulauan Riau Batam (Riau), Teluk Banten (Banten), Kepulauan Seribu (DKI Jakarta), Karimun Jawa, Banyuwangi Selatan, Situbondo dan Madura (Jawa Timur), Nusa Dua, Nusa Lembongan, Nusa Penida (Bali), Lombok Barat (Nusa Tenggara Barat), Pulau Roti Selatan (Nusa Tenggara Timur), Pulau Laut (Kalimantan Selatan), Sorong (Irian Jaya) dan Pulau Seram (Maluku).

Klasifikasi *Eucheuma spinosum* menurut Murdinah (2011), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Rhodophyta
Kelas	: Rhodophyceae
Ordo	: Gigartinales
Famili	: Solierisaceae
Genus	: <i>Eucheuma</i>
Spesies	: <i>Eucheuma spinosum</i>

Eucheuma spinosum dapat tumbuh pada kedalaman 10-50 m, dengan kondisi perairan yang memiliki suhu 26-30 °C, kecepatan arus 0,2-0,4 m/detik, kecerahan 5-10 m, kandungan nitrogen 0,32-1,10 µg/l, kandungan pospat 0,032-0,096 µg/l. Menyadari bahwa *thallus Eucheuma spinosum* bersifat mudah patah karena memiliki tekstur yang seken (berair) dan lunak sehingga perlu lokasi khusus untuk proses budidaya terutama kedalaman tanam. Kedalaman tanam

akan mempengaruhi hasil panen pada proses pembudidayaan, yakni pada berat dan laju pertumbuhan relatif. Kedalaman tanam berpengaruh pada kadar oksigen terlarut, kecepatan arus, gelombang, temperatur dan intersepsi cahaya di laut. Kedalaman tanam yang baik adalah 45 cm (Farnani *et al.*, 2013).

Eucheuma spinosum termasuk dalam golongan alga merah, merupakan jenis rumput laut yang banyak dijumpai di perairan Indonesia. Rumput laut jenis ini, mengandung karaginan yang merupakan campuran kompleks dari beberapa polisakarida. Karaginan berfungsi sebagai stabilisator, pembentuk gel, pengental, pengikat, pengemulsi dan pencegah kristalisasi jika dicampurkan pada adonan pada produksi pangan. *Eucheuma spinosum* memiliki kadar air 13,6185 %, kadar abu 4,6700 %, kadar lemak 0,0495 % kadar protein 0,5120 % dan kadar sulfat 23,7695 %. Sedangkan jika dilakukan ekstraksi akan menghasilkan karaginan yang memiliki kadar air 2,8165 %, kadar abu 3,1125 %, kadar lemak 0 %, kadar protein 0,1720 % dan kadar sulfat 21,8225 % (Hudha *et al.*, 2012). Kenampakan *Eucheuma spinosum* menurut Tim Perikanan WWF (2014), disajikan pada gambar berikut:



Gambar 3. *Eucheuma spinosum*

2.2.1.2 *Eucheuma cottonii*

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

Kondisi perairan yang bagus untuk budidaya *Eucheuma cottonii* adalah memiliki kisaran oksigen terlarut 5,34-6,45 mg/L. Kadar oksigen terlarut pada suatu perairan dapat dipengaruhi oleh salinitas, suhu, tekanan atmosfer dan turbulensi air. *Eucheuma cottonii* dapat tumbuh dengan baik pada tingkat kecerahan lebih dari 5 meter (Burase *et al.*, 2013). Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut penjelasan dari Amora dan Sukesu (2013), adalah:

Divisio : Rhodophyta
Kelas : Rhodophyceae
Ordo : Gigartinales
Famili : Solariaceae
Genus : *Eucheuma*
Spesies : *Eucheuma cottonii*

Eucheuma cottonii memiliki kadar protein 5,91 %, kadar lemak 0,28 %, kadar karbohidrat 63,84 % dan kadar abu 29,97 %. Serat pangan total sebanyak 78,94 %, terdiri dari serat pangan tidak larut air 55,05 % dan serat pangan larut air 23,89 %. *Eucheuma cottonii* juga memiliki kadar iodium yang tinggi, yakni 282,93 ug/gram (Astawan *et al.*, 2004). Kenampakan *Eucheuma cottonii* menurut (Tim Perikanan WWF 2014) disajikan pada gambar berikut:



Gambar 4. *Eucheuma cottonii*

2.2.2 Plasticizer

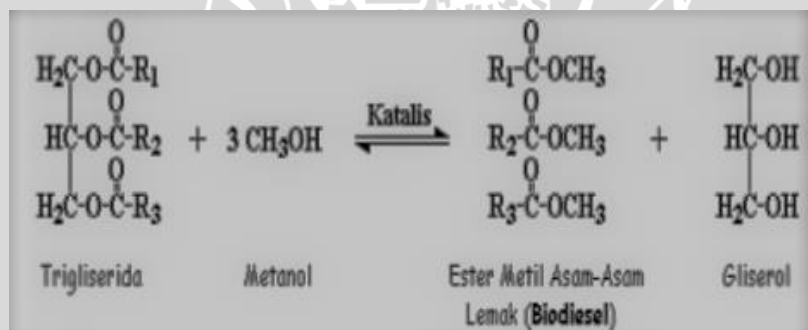
Plasticizer merupakan zat aditif, bahan *non volatile*, bertitik didih tinggi dan akan merubah sifat fisik dari suatu material. Umumnya berupa polihidrik alkohol (propilena glikol, gliserol, sorbitol dan polietilen glikol), sukrosa (oligosakarida) dan air. Tujuan dari penambahan zat ini pada adonan produk adalah untuk mengurangi kekakuan polimer sehingga diperoleh lapisan yang fleksible dan elastis. Keberadaan zat ini dapat digunakan sebagai pembeda antara proses pengolahan *edible film* dan *edible coating*, dimana penambahan *plasticizer* hanya ditambahkan pada proses pengolahan *edible film*. *Edible coating* dalam proses pengolahannya tidak perlu ditambahkan *plasticizer*. Kadar yang ditambahkan pada campuran bahan adalah berkisar 10-60 % dari berat hidrokoloid (Nurhayati dan Agusman, 2011).

Penambahan *plasticizer* pada campuran bahan pangan memang dapat membuat produk menjadi lebih *fleksible* dan elastis, namun berdasarkan pernyataan dari Purwanti (2010), penambahan kadar *plasticizer* akan menurunkan kuat tarik produk. Molekul-molekul *plasticizer* dalam suatu larutan akan berada diantara rantai ikatan antar polimer, dengan demikian akan terjadi pengurangan interaksi antar molekul. *Plasticizer* akan meningkatkan fleksibilitas *film* menurut Kusumawati dan Putri (2013) dengan cara menyela pembentukan *double heliks* dari amilosa dengan cabang amilopektin, kemudian menurunkan interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin.

Plasticizer merupakan bahan tambahan yang dapat diaplikasikan pada polimer alami untuk bahan pembentuk sifat plastis, hal ini dapat terjadi karena campuran polimer alami murni akan menghasilkan suatu produk yang rapuh dan getas. Penambahan *plasticizer* pada campuran bahan, akan menjadikan polimer akan jauh dari retakan sehingga dihasilkannya produk yang memiliki sifat fleksibilitas yang tinggi. Dari jenis *plasticizer* sorbitol dan gliserol yang ditambahkan pada proses pengolahan *edible film*, diketahui bahwa gliserol akan menghasilkan sifat *film* yang lebih baik (Pradipta dan Mawarani, 2012).

2.2.2.1 Gliserol

Gliserol (1,2,3-propanatriol) menurut Yurida *et al.* (2013), senyawa ini juga disebut sebagai gliserin. memiliki rumus bangun $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$, merupakan senyawa gliserida yang paling sederhana, bentuk cair jernih, kental, higroskopis, tidak berwarna, titik didih 290°C dan terasa manis. Reaksi pembentukan gliserol, dari produk samping pembuatan biodiesel:



Gambar 5. Reaksi Pembentukan Gliserol

Gliserol adalah senyawa alkohol, yang memiliki gugus hidroksil dengan jumlah tiga buah. Senyawa ini merupakan produk sampingan dari produksi biodiesel pada reaksi transesterifikasi. Pemurnian perlu dilakukan, jika digunakan pada industri makanan yakni dengan 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).

Gliserol pada *edible film* akan berpengaruh pada nilai elongasi. Semakin tinggi penambahan gliserol, maka nilai elongasi akan semakin tinggi. Gliserol yang ditambahkan pada campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* berperan sebagai *plasticizer*. *Plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas *film* dengan cara menyela pembentukan *double heliks* dari amilosa dengan cabang amilopektin, kemudian menurunkan interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin (Kusumawati dan Putri, 2013).

Jenis *plasticizer* yang cocok untuk diaplikasikan pada proses pengolahan *edible film* salah satunya adalah gliserol. Gliserol akan mengurangi gaya antar molekul rantai polisakarida, dengan demikian akan terbentuk struktur *film* yang *fleksible* dan lebih halus. Ciri ini dapat terbentuk dikarenakan gliserol merupakan molekul hidrofilik kecil yang dapat masuk dengan mudah di antara rantai-rantai molekul suatu campuran bahan dan membentuk ikatan hidrogen amida dengan protein (Kartili *et al.*, 2013).

2.3 Tepung Ikan Nila

Proses pengolahan tepung ikan dapat dilakukan dengan melewati campuran bahan pada proses penyiangan, perebusan, pemerasan, pengeringan dan penggilingan (Pang *et al.*, 2013). Kandungan gizi tepung ikan lokal yang ada dipasaran adalah kadar air 7,55 %, protein 47, 51 %, abu 31,48 %, lemak 6,89 %, SK 4,03 %, Ca 6,71 %, P 3,42 %, A.P 3,42 % dan KH 3,96 % (Sobri, 2009).

Kadar protein tepung ikan menurut Litaay dan Santoso (2013), dipengaruhi oleh jenis ikan yang digunakan sebagai bahan dalam proses pengolahannya. Komposisi tepung ikan yang baik adalah 60 % protein, 2,5 % kadar air, 2,54 % lemak dan 1,2 % abu.

Tepung ikan saat ini telah dimanfaatkan sebagai bahan substitusi pada proses pengolahan mi, dengan bahan dasar tepung terigu. Hal ini dilakukan untuk menambah varian mi yang tersedia dipasaran. Jenis ikan yang digunakan sebagai

bahan baku pembuatan tepung ikan menyesuaikan dengan ketersediaan bahan baku di pasar (Pang *et al.*, 2013).

2.3.1 Ikan Nila

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan jenis ikan konsumsi air tawar. Ikan ini berasal dari sungai Nil dan danau-danau disekitarnya, pada tahun 1969 bibit ikan ini secara resmi didatangkan ke Indonesia oleh Balai Penelitian Perikanan Air Tawar. Terdapat beberapa perbedaan antara induk betina dan induk jantan, pada induk betina terdapat tiga buah lubang pada urogenital yakni (dubur, lubang pengeluaran telur dan lubang urine), warna perut lebih putih, jika perut di striping tidak mengeluarkan cairan dan warna dagu putih. Induk Jantan memiliki ciri dengan adanya dua lubang pada pada urogenital yakni (anus dan lubang sperma merangkap sebagai lubang urine), warna perut lebih gelap, ujung sirip berwarna kemerahan, jika perut distriping mengeluarkan cairan dan warna dagu kehitaman dan kemerahan (Kartolani, 2012). Kandungan gizi ikan nila sangat bagus yakni berupa 43,76 % protein, 7,01 % lemak, 6,80 % abu dalam 100 gram berat ikan (Devi, 2015).

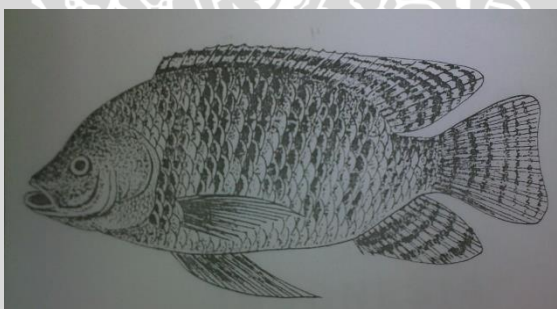
Klasifikasi ikan nila menurut Amri dan Khairuman (2003), adalah:

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Pisces
Subkelas	: Acanthoptergii
Suku	: Cichlidae
Marga	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

Ikan nila memiliki toleransi tinggi terhadap habitatnya (dapat hidup didataran rendah yang berair payau hingga dataran tinggi yang berair tawar), toleransi suhu 14-38 °C dan memijah alami pada suhu 37 °C, suhu optimum untuk pertumbuhan 25-30 °C, dapat tumbuh dan berkembangbiak pada salinitas 0-29 ‰ (permill), pada salinitas 29-35 ‰ ikan nila dapat tumbuh namun tidak dapat berkembangbiak dan dalam waktu 50-60 detik mampu menghasilkan 20-40 butir telur yang telah dibuahi

dalam waktu 20-60 menit. Telur yang telah dibuahi, dierami pada mulut induk betina dan menetas pada 4-5 hari. Ukuran diameter telur 2,8 mm dan larva 4-5 mm. Ikan nila termasuk dalam kelompok omnivora, pada tahap pembenihan makanan dapat berupa plankton seperti *Rotifera* sp., *Moina* sp. Dan *Daphnia* sp. Pada tahap selanjutnya dapat memakan alga, lumut, tanaman air dan pelet.

Ikan nila menurut Sumantadinata (1981), memiliki rupa yang mirip dengan ikan mujair. Ikan nila memiliki punggung lebih tinggi dan lebih tebal, pertumbuhan individu lebih cepat, ukuran individu jauh lebih besar. Ikan nila dapat mencapai berat 1 kg pada umur sekitar satu tahun. Dalam hal pemijahan, ikan nila lebih lama memijah yakni pada umur 5 bulan sedangkan ikan mujair dapat memijah pada umur 3 bulan. Periode pemijahan ikan nila adalah sekitar 3 bulan, ikan mujair sekitar 1,5 bulan. Kenampakan ikan nila adalah:



Gambar 6. Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

2.4 Proses Pengolahan *Edible Film*

Tahapan yang harus dilakukan dalam proses pengolahan *edible film* adalah pembentukan emulsi, pencetakan bahan emulsi ke permukaan cetakan (Permukaan harus datar dan licin) dan pengeringan. Beberapa faktor yang dapat berpengaruh pada tahap pembentukan emulsi adalah jenis emulsifier, sifat-sifat fisik dan kimia bahan emulsi, ukuran partikel bahan, jenis alat pengemulsi serta jumlah dan konsentrasi emulsifier (Sari *et al.*, 2008). Suhu yang digunakan untuk mengeringkan campuran bahan *edible film* menurut (Sutono dan Pranoto, 2013) adalah 50 °C, selama 24 jam.

Pada tahap pembuatan emulsi, campuran bahan baku dengan konsentrasi tertentu ditambahkan aquades. Campuran bahan di aduk dan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* pada suhu 60-80 °C. Pada tahapan ini rata-rata bahan berupa rumput laut yang ditambahkan berkisar 5%, yakni 5 gram bahan yang ditambahkan aquades hingga volume keseluruhan pada wadah adalah 100 mL (Fardhyanti dan Julianur, 2015).

Proses pemanasan akan mempengaruhi nilai tranmisi uap air, semakin lama pemanasan maka nilai transmisi uap air akan semakin rendah. Adapun struktur dari material bahan yang digunakan juga akan berpengaruh pada nilai transmisi uap air (Sudaryati *et al.*, 2010).

Edible film yang baik menurut Safitri dan Purwadi (2014), adalah *film* yang terlihat transparan, lunak, tidak memiliki bau dan tidak berwarna serta memiliki kemampuan menahan aroma dari produk pangan yang dilapisinya. Berdasarkan standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) menurut Zulferiyenni *et al.* (2014) *edible film* yang baik memiliki nilai transmisi uap air maksimal adalah 7 g/(m²/hari). Berdasarkan standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) menurut Saputra *et al.* (2015) *edible film* yang baik memiliki nilai elongasi minimal adalah 70%, nilai kuat tarik minimal 4 kgf/cm² dan nilai ketebalan maksimal adalah 0,25 mm.

2.4.1 Pembuatan Sol Rumput Laut *Eucheuma sp.*

Pembuatan sol rumput laut dapat dilakukan dengan cara mencuci rumput laut kering hingga bersih dan dilanjutkan dengan proses perendaman di dalam air tawar sebanyak 10 kali berat rumput laut selama 12 jam. Pencucian ulang dilakukan dengan air bersih dan ditiriskan. Rumput laut dipotong-potong kecil dengan ukuran lebih kurang 2 cm dan di tambahkan air sebanyak 1:1. Dilanjutkan dengan proses penghancuran dengan menggunakan blender, hasil dari proses ini dapat dicampurkan pada bahan lain pada proses pengolahan *edible film* (Lubis *et al.*, 2013).

2.5 Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible film*

Kualitas *edible film* dapat ditentukan lewat sifat fisik yang dimilikinya. Sifat fisik *edible film* meliputi kekuatan peregangan (*tensile strength*), pemanjangan (elongasi) dan ketebalan. Kekuatan peregangan adalah tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film tetap bertahan sebelum putus. Pemanjangan adalah kemampuan rentang *edible film*. Ketebalan adalah ukuran *edible film* yang akan menentukan ketahanan film terhadap laju perpindahan senyawa volatil seperti uap air dan gas (Yulianti dan Ginting, 2012).

Karakteristik *edibel film* Menurut Sudaryati *et al.* (2010), dapat dilihat dari nilai hasil pengukuran kadar air dan laju transmisi uap air. Kadar air *edible film* dipengaruhi oleh penambahan gliserol serta lama pengeringan, semakin lama pengeringan dan semakin rendah kadar gliserol akan menghasilkan kadar air *edible film* yang semakin rendah. Penambahan gliserol dengan kadar yang rendah akan mengurangi jumlah air yang tertahan dalam matriks *edible film*, gliserol merupakan *plasticizer* dengan sifatnya yang hidrofilik sehingga mampu mengikat air. Semakin lama pengeringan dan semakin banyak gliserol yang ditambahkan pada campuran bahan dalam pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai transmisi uap air akan semakin rendah.

2.5.1 Kuat Tarik (*Tensile strength*)

Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanik yang dimiliki oleh *edible film*. Sifat ini menggambarkan kemampuan *film* untuk mempertahankan keutuhannya atau tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* dapat bertahan sebelum putus. Proses ini dilakukan sebagai langkah untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada tiap satuan luas area *film* untuk merenggang (Purwanti, 2010).

Nilai kuat tarik menurut Setiani *et al.* (2013), dapat diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$\tau = \frac{F \max}{A}$$

Keterangan τ = Kekuatan Tarik (MPa)
 $F \max$ = Tegangan Maksimum (N)
 A = Luas Penampang Melintang (mm²)

Nilai kuat tarik dapat dipengaruhi oleh kadar *plasticizer* yang ditambahkan pada campuran bahan dalam proses pengolahan *edible film*. Semakin tinggi kadar *plasticizer* yang ditambahkan, maka nilai kuat tarik akan semakin menurun. Nilai standar kuat tarik *edible film* yang baik berkisar antara 17,3 sampai 34,6 MPa (Purwanti, 2010).

2.5.2 Ketebalan

Ketebalan *edible film* dapat diukur dengan menggunakan alat berupa mikrometer dengan ketelitian 0,0001 mm. Jumlah titik yang digunakan adalah 5 pada setiap sampel, agar ketebalan rata-rata sampel dapat terwakili dan nilai rata-rata yang dihasilkan akan lebih valid. Semakin tinggi nilai ketebalan *edible film* maka daya serap terhadap air semakin tinggi (Setiani *et al.*, 2013).

Ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh total padatan *edible film*. Total padatan akan meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi bahan penyusun *edible film* yang digunakan. Ketebalan *edible film* juga dapat dipengaruhi oleh luas plat cetakan yang digunakan serta volume suspensi *film* yang akan masuk dalam cetakan. Adapun penambahan pati yang semakin tinggi juga akan meningkatkan ketebalan dari *edible film* (Kusumawati dan Putri, 2013).

Nilai ketebalan *edible film* akan berpengaruh pada kemampuannya dalam mempertahankan produk yang dikemasnya dari perpindahan gas, uap air maupun senyawa volatil lainnya. Sehingga semakin tinggi nilai ketebalan *edible film* maka kemampuannya untuk menghambat laju uap air dan gas akan semakin baik sehingga daya simpan lebih awet. Namun bukan berarti bahwa dengan semakin tebalnya *edible film* yang diaplikasikan pada produk akan menghasilkan produk

yang bagus, melainkan jika *edible film* terlalu tebal akan berpengaruh pada rasa/tekstur saat dimakan, dan kenampakan produk yang dikemasnya. Nilai ketebalan *edible film* pada umumnya adalah kurang dari 0,25 mm (Yulianti dan Ginting, 2012).

2.5.3 Elongasi

Nilai elongasi dapat dipengaruhi oleh jumlah bahan yang ditambahkan pada adonan yakni kadar pati. Semakin tinggi konsentrasi pati yang ditambahkan maka nilai elongasi akan semakin menurun. Selain pati nilai elongasi juga dapat dipengaruhi oleh adanya gliserol, dimana fungsi gliserol adalah sebagai *plasticizer* yakni menyebabkan *edible film* menjadi elastis. Gliserol memiliki berat molekul kecil yang menyebabkannya memiliki kemampuan untuk masuk dalam ikatan antarmolekul amilosa ataupun diantara ikatan hidrogen pati dengan karaginan. Senyawa ini akan mengganggu kekompakan pati sehingga menurunkan interaksi intermolekuler dan mobilitas polimer semakin meningkat. Reaksi ini akan meningkatkan nilai elongasi (Kusumawati dan Putri, 2013).

Elongasi menurut Agusandi *et al.* (2013) adalah nilai perpanjangan dari produk sampai pada titik tertentu produk putus atau patah. Secara sederhana penentuan nilai elongasi dapat dilakukan dengan cara memotong produk dengan panjang 10 cm dan diletakkan diatas penggaris (a), kemudian produk ditarik secara perlahan sampai akhirnya produk menjadi putus (b). Nilai elongasi dapat ditentukan dengan rumus:

$$\% \text{ Perpanjangan (Elongasi)} = \frac{b-a}{a} \times 100 \%$$

Keterangan a = Panjang Awal Produk (cm)
 b = Panjang Akhir Produk (cm)

2.5.4 Transmisi Uap Air

Penambahan pati pada adonan *edible film* akan berpengaruh pada nilai transmisi uap air *edible film*, semakin tinggi konsentrasi pati yang digunakan maka nilai transmisi uap air akan semakin kecil. Pati memiliki kandungan amilosa yang tinggi dan mampu membentuk matriks film yang kuat sehingga air akan sulit untuk menembus. Ketebalan *edible film* juga akan mempengaruhi nilai transmisi uap air, semakin tinggi tingkat ketebalan *edible film* maka nilai transmisi uap air akan semakin rendah (Kusumawati dan Putri, 2013). Peningkatan kadar polisakarida yang bersifat hidrofilik serta peningkatan kadar gliserol yang digunakan pada campuran bahan akan menyebabkan nilai transmisi uap air akan semakin meningkat (Riyanto *et al.*, 2012).

Nilai transmisi uap air berfungsi untuk mengetahui kemampuan *film* untuk menghambat perpindahan uap air. Semakin banyak kadar karaginan yang ditambahkan pada campuran bahan dalam pengolahan *edible film*, akan menyebabkan laju transmisi uap air akan semakin meningkat. Proses ini terjadi disebabkan oleh sifat karaginan yang hidrofilik dalam *metriks film* sehingga daerah permukaan *film* akan semakin luas yang akan menjadi tempat terjadinya transfer uap air (Handito, 2011).

2.5.5 Kadar air

Kadar air *edible film* menurut Syarifuddin dan Yuniarta (2015), dapat dipengaruhi oleh penambahan gliserol pada campuran bahan. Semakin banyak konsentrasi gliserol yang digunakan, maka akan semakin tinggi nilai kadar air yang dihasilkan. Sifat gliserol yang hidrofilik sehingga kadar air otomatis akan meningkat, gugus hidroksil pada gliserol yang dapat membentuk ikatan hidrogen sehingga menyebabkan *edible film* akan sulit untuk dikeringkan dan kadar air akan meningkat pula.

Kadar air dalam bahan makanan akan menentukan kesegaran dan daya tahan bahan makanan. Sebagian besar dari perubahan-perubahan bahan makanan terjadi dalam media air yang ditambahkan atau yang berasal dari bahan itu sendiri. Sebuah molekul air terdiri dari sebuah atom oksigen yang berikatan kovalen dengan dua atom hydrogen. Hydrogen dan oksigen memiliki ikatan yang sangat kuat, yang hanya bisa dipisahkan oleh perantara yang agresif yakni energi listrik dan logam kalium (Winarno, 2004).

Kadar air pada *edible film* menurut Syarifuddin dan Yuniarta (2015), dapat diketahui dengan menghaluskan bahan uji dan menimbanginya sebanyak 1-2 gram dan dicatat sebagai berat awal. Proses selanjutnya dilakukan pengeringan pada suhu 100-105 °C selama 5 jam. Sampel dimasukkan dalam desikator sampai suhu konstan dan dilakukan penimbangan sebagai berat akhir. Perhitungan kadar air:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \%$$

2.5.6 Kelarutan

Nilai kelarutan *edible film* menurut Syarifuddin dan Yuniarta (2015) dapat dipengaruhi oleh sifat dari bahan penyusunnya, jika bahan penyusun *edible film* bersifat hidrofilik (memiliki kemampuan untuk larut dalam air) akan menyebabkan persentase kelarutan meningkat seiring dengan tingginya komponen dengan sifat hidrofilik yang ditambahkan. Nilai kelarutan yang semakin tinggi, menunjukkan bahwa bahan akan mudah dikonsumsi. Nilai dari uji kelarutan diperoleh dari persentase kelarutan bahan dalam aquades pada waktu tertentu.

Nilai kelarutan *edible film* menurut Agustin (2011), dapat dipengaruhi oleh kadar protein yang ditambahkan pada campuran bahan penyusun *edible film*. Protein yang merupakan hidrokoloid, pada fase kontinyu akan membentuk lapisan *film* disekeliling granula dan menghambat keluarnya polimer dari granula tersebut dan pada akhirnya menurunkan nilai kelarutan. Pembentukan *film* dari protein

menurut Riyanto *et al.* (2014), terjadi melalui tiga tahap yakni denaturasi protein, interaksi antar rantai protein membentuk struktur tiga dimensi baru dan stabilisasi lapisan yang terbentuk.

2.5.7 Asam Amino

Ikan nila menurut Tasbozan *et al.* (2013) mengandung asam amino esensial dan non esensial. Asam amino esensial pada ikan nila adalah *threonine* 9,29 %, *valine* 10,50 %, *methionine* 5,71 %, *isoleucine* 10,52 %, *leucine* 16,81 %, *phenylalanine* 9,18 %, *histidin* 5,33 %, *lysine* 20,44 % dan *arginine* 12,23 %. Asam amino non esensial pada ikan nila adalah *serine* 4,22 %, *glutamic acid* 7,04 %, *proline* 2,42 %, *glycine* 3,34 %, *alanine* 4,37 %, *aspartic acid* 6,66 % dan *tyrosine* 1,89 %.

Asam-asam amino menurut Winarno (2004), digabungkan oleh suatu ikatan peptida (-CONH-). Gugus karboksil suatu asam amino berikatan dengan gugus amino dari molekul asam amino lain menghasilkan suatu dipeptida dengan melepaskan molekul air. Asam amino dapat digolongkan kedalam asam amino esensial (lisin, leusin, isoleusin, treonin, metionin, valin, fenilalanin, histidine dan arginine) dan non esensial. Asam amino menurut Sitompul (1997), dapat diperoleh dari hasil hidrolisis protein. Asam-asam amino umumnya berbentuk kristal, tidak berwarna dan mempunyai titik lebur diatas 2000 °C, larut dalam air dan tidak larut dalam pelarut organik non polar.

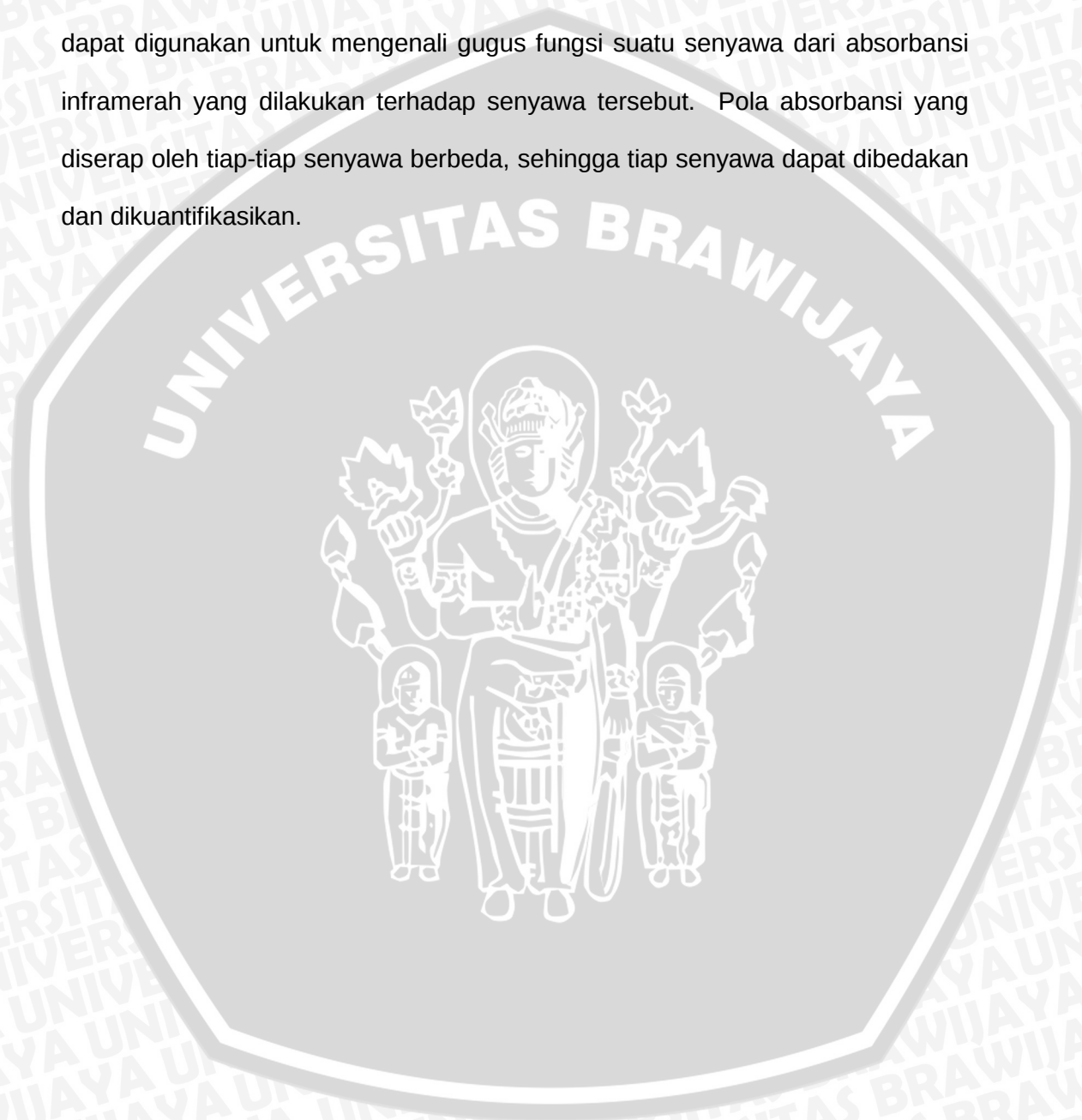
2.5.8 SEM (Scanning Electron Microscopy)

Uji SEM menurut Amelia *et al.* (2013), dapat digunakan untuk mengetahui struktur morfologi pada sampel. Struktur morfologi pada sampel menurut Radhiyatullah *et al.* (2015) dapat berupa lekukan, void ataupun gumpalan. Gambaran struktur morfologi pada sampel, dapat digunakan sebagai data penguat hasil uji kuat tarik dari produk *edible film*. Pembentukan gambar pada uji

SEM menurut Sujatno (2015), merupakan proses fisika yang merupakan interaksi korpuskular antara elektron sumber dengan atom pada bahan.

2.5.9 FTIR (*Fourier Transform Infra Red Spectrophotometer*)

FTIR menurut Sjahfirdi et al. (2015), merupakan salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda, sehingga tiap senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan.



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Berdasarkan alur proses penelitian, peralatan yang digunakan dibagi dalam beberapa kelompok yakni proses pembuatan *edible film* menggunakan rumput laut segar (dalam bentuk sol), proses pembuatan tepung ikan nila serta uji fisik dan uji kimia *edible film*.

Pada proses pembuatan *edible film* menggunakan alat-alat berupa bak plastik, baskom, beaker glass 500 mL, blender, gelas ukur 100 mL, gelas ukur 10 mL, gunting, kain lap, nampan plastik, solet, spatula, *stopwatch*, timbangan digital, *cooper*, waterbath, oven dan jam.

Pada proses pembuatan tepung ikan menggunakan alat-alat berupa ayakan 100 *mesh*, baskom plastik, blender, kain blacu, kain lap, kompor, loyang, oven, panci, pisau, solet, *stopwatch*, talenan dan timbangan digital.

Pada proses uji fisik *edible film* menggunakan alat-alat berupa penggaris, *cutter*, dan *tensile strength* Imada Force Measurement tipe ZP-200N pada uji *tensile strength* dan perpanjangan (elongasi). *Micrometer digimetric* seri TT210 pada uji ketebalan. Botol film 30 mL, penggaris, gunting, desikator, *silica gel* dan timbangan digital pada uji transmisi uap air. Oven, timbangan analitik, *sentrifuge*, cuvet, corong, *beaker glass* 50 mL dan spatula pada uji kelarutan. Pada proses uji kimia *edible film* menggunakan alat-alat berupa spektrofotometri Shimadzu IR Prestige-21 pada uji FTIR. *Emisi Scanning Electron Microscopy* tipe TM3000 pada uji SEM. HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) pada uji asam amino. Botol timbang, oven, gunting, timbangan analitik, *crushable tank* dan desikator pada uji kadar air. Oven, cawan porselen, desikator, timbangan analitik, dan *muffle* pada uji kadar abu. Labu kjeldhal, ruang asam, tungku pemanasan dan destilator

pada uji kadar protein. Labu lemak, oven, desikator dan sokhlet pada uji kadar lemak. Kalkulator pada uji kadar karbohidrat.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari bahan pembuatan sol rumput laut segar, bahan pembuatan tepung ikan nila, bahan pembuatan *edible film* serta bahan pada proses uji fisik dan kimia produk. Bahan untuk pembuatan sol rumput laut segar adalah *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum* dan aquades. Bahan untuk pembuatan tepung ikan nila adalah ikan nila dan air. Bahan untuk pembuatan *edible film* adalah sol rumput laut segar, tepung ikan nila, aquades, kertas label dan gliserol. Bahan untuk pengujian fisik dan kimia pada produk adalah silica gel, tablet kjeldhal, NaOH 30-34%, asam borat 3%, larutan *bromcresol green* 0,1 %, larutan metil merah 0,1 %, alcohol 95%, HCl 0,02 N, kertas saring, kapas, tisu, aquades dan kertas label.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen, baik pada tahap penelitian pendahuluan maupun pada tahap penelitian utama. Metode penelitian eksperimen menurut Singarimbun dan Sofian (1986), memerlukan variable dan konsep yang jelas serta pengukuran yang cermat. Metode ini sangat sesuai untuk menguji hipotesa tertentu untuk mengetahui efektif atau tidaknya variable eksperimen (intervensi). Metode penelitian eksperimen berdasarkan pendapat dari Suryabrata (1983), juga dapat diartikan suatu metode penelitian yang memiliki tujuan untuk menyelidiki kemungkinan antar hubungan sebab-akibat menggunakan cara mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimental serta membandingkan hasil yang diperoleh dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak dikenai kondisi perlakuan.

3.2.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik dari campuran bahan pada proses pengolahan *edible film*. Jenis perlakuan yang diuji adalah perbandingan konsentrasi bahan pembentuk sol rumput laut segar dari spesies *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan menggunakan variable bebas yakni penggunaan konsentrasi rumput laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan kadar berbeda terhadap produk *edible film*. Konsentrasi rumput laut yang digunakan adalah 2% dari total keseluruhan konsentrasi bahan penyusun *edible film*. Perbandingan yang digunakan adalah A1 (*E. spinosum* 2%), A2 (*E. cottonii* 2%), A3 (*E. spinosum* 1% : *E. cottonii* 1%), A4 (*E. spinosum* 0,5% : *E. cottonii* 1,5%) dan A5 (*E. spinosum* 1,5% : *E. cottonii* 0,5%). Formulasi *edible film* dari sol *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* disajikan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Formulasi *Edible Film* dari Sol *E. spinosum* dan *E. cottonii*

Perlakuan (Perbandingan <i>E. spinosum</i> dan <i>E. cottonii</i>)	Konsentrasi	
	<i>E. spinosum</i>	<i>E. cottonii</i>
A1	2	0
A2	0	2
A3	1	1
A4	0,5	1,5
A5	1,5	0,5

Keterangan:

- A1 (2:0) : Perbandingan *E. spinosum* 2 %: *E. cottonii* 0 %.
 A2 (0:2) : Perbandingan *E. spinosum* 0 %: *E. cottonii* 2 %.
 A3 (1:1) : Perbandingan *E. Spinosum* 1 %: *E. cottonii* 1 %.
 A4 (0,5:1,5) : Perbandingan *E. Spinosum* 0,5 %: *E. cottonii* 1,5 %.
 A5 (1,5:0,5) : Perbandingan *E. Spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %.

Penentuan ulangan disesuaikan dengan rumus perhitungan berikut:

$$\begin{array}{ll}
 t(n-1) \geq 15 & \text{dengan } t = \text{jumlah perlakuan } n = \text{jumlah ulangan} \\
 5(n-1) \geq 15 \\
 5n-5 \geq 15 \\
 5n \geq 20 \\
 n \geq 4 \text{ (minimal 4 kali ulangan)}
 \end{array}$$

3.2.1.1 Rancangan Percobaan

Penelitian pendahuluan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dalam menentukan perbandingan konsentrasi pada masing-masing campuran bahan berupa rumput laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang ditambahkan pada bahan lain berupa aquadest dan gliserol agar diperoleh konsentrasi terbaik untuk menghasilkan produk *edible film* dengan karakteristik terbaik.

Penelitian pendahuluan ini menggunakan desain rancangan percobaan yang disajikan pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rancangan Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
A1 (2:0)	A1U1	A1U2	A1U3	A1U4
A2 (0:2)	A2U1	A2U2	A2U3	A2U4
A3 (1:1)	A3U1	A3U2	A3U3	A3U4
A4 (0,5:1,5)	A4U1	A4U2	A4U3	A4U4
A5 (1,5:0,5)	A5U1	A5U2	A5U3	A5U4

Keterangan:

- A1 : Perbandingan *E. spinosum* 2 %: *E. cottonii* 0 %.
 A2 : Perbandingan *E. spinosum* 0 %: *E. cottonii* 2 %.
 A3 : Perbandingan *E. Spinosum* 1 %: *E. cottonii* 1 %.
 A4 : Perbandingan *E. Spinosum* 0,5 %: *E. cottonii* 1,5 %.
 A5 : Perbandingan *E. Spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %.

3.2.1.2 Prosedur Penelitian Pendahuluan

Prosedur kerja penelitian pendahuluan adalah sebagai berikut:

- 1) Proses pembuatan sol rumput laut menurut Lubis *et al.* (2013), yang telah dimodifikasi adalah pertama rumput laut *E. spinosum* dan *E. cottonii* dari petani dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan pasir, lumut dan kotoran lain yang menempel dengan menggunakan sikat gigi. Kemudian rumput laut yang sudah bersih dikeringkan menggunakan sinar matahari dan dilanjutkan dengan perendaman 2 % campuran rumput laut dalam 97 % aquades selama 8 - 24 jam, hingga tekstur rumput laut dapat dipatahkan dengan jari, kemudian diblender hingga halus dan homogen.

2) Tahapan dalam proses pengolahan *edible film* adalah pembentukan emulsi, pencetakan bahan emulsi ke permukaan cetakan dan pengeringan (Sari *et al.*, 2008). Suhu yang digunakan untuk mengeringkan campuran bahan *edible film* menurut (Sutono dan Pranoto, 2013) adalah 50 °C, selama 24 jam. Pada tahap pembuatan emulsi, campuran bahan sol rumput laut diaduk dan dipanaskan dengan menggunakan alat pemanas pada suhu 60-80 °C. Pada tahapan ini, rata-rata bahan utama yang ditambahkan berkisar 5% dari total campuran bahan (Fardhyanti dan Julianur, 2015).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, proses pembuatan *edible film* dilakukan dengan tahapan yang diawali pembuatan sol rumput laut dengan menggunakan campuran rumput laut *E. spinosum* dan/ *E. cottonii* sebanyak 2% dalam 97 % aquades, kemudian ditambahkan gliserol sebagai *plasticizer* sebanyak 1% dan diblender hingga halus dan homogen. Selanjutnya dipanaskan dalam *waterbath* dengan suhu 80°C selama 30 menit hingga membentuk sol rumput laut. Kemudian sol rumput laut dituang dalam nampan plastik lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 50–60 °C selama lebih kurang 24 jam hingga berbentuk lembaran (*edible film*). Produk yang dihasilkan diangkat dan dilakukan pengujian.

3.2.2 Penelitian Utama

Pada tahap penelitian utama, dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan konsentrasi campuran bahan terbaik hasil penelitian pendahuluan dengan bahan tambahan berupa tepung ikan nila. Nilai karakteristik produk *edible film* yang dihasilkan pada tiap perlakuan, akan menjadi pedoman untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda terhadap karakteristik *edible film* dan nilai perbandingan konsentrasi campuran bahan yang baik dalam pembuatan *edible film*.

3.2.2.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan Penelitian Utama

Perlakuan terbaik dari hasil penelitian pendahuluan digunakan sebagai acuan dalam penelitian utama, dengan menggunakan variable bebas yakni pengaruh penggunaan konsentrasi tepung ikan nila yang berbeda terhadap produk *edible film*. Konsentrasi tepung ikan yang digunakan adalah 0,5-3% dari total keseluruhan konsentrasi bahan penyusun *edible film*. Perbandingan yang digunakan adalah A1 (tepung ikan nila 0,5%), A2 (tepung ikan nila 1%), A3 (tepung ikan nila 1,5%), A4 (tepung ikan nila 2%), A5 (tepung ikan nila 2,5%) dan A6 (tepung ikan nila 3%). Percobaan dilakukan sebanyak 4 kali ulangan. Formulasi *edible film* dari sol rumput laut dengan penambahan tepung ikan nila dapat disajikan pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Formulasi *Edible Film* dari Sol Rumput Laut dengan Penambahan Tepung Ikan Nila

Perlakuan	Konsentrasi Padatan		
	Rumput Laut		Tepung Ikan Nila
	<i>E. spinosum</i>	<i>E. cottonii</i>	
A1	1,5	0,5	0,5
A2	1,5	0,5	1
A3	1,5	0,5	1,5
A4	1,5	0,5	2
A5	1,5	0,5	2,5
A6	1,5	0,5	3

Keterangan:

A1 (1,5:0,5:0,5) : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 0,5 %.

A2 (1,5:0,5:1) : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 1 %.

A3 (1,5:0,5:1,5) : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 1,5 %.

A4 (1,5:0,5:2) : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 2 %.

A5 (1,5:0,5:2,5) : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 2,5 %.

A6 (1,5:0,5:3) : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 3 %.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL)

dengan menggunakan jumlah ulangan sebanyak 4 kali. Model matematik RAL

yang digunakan adalah:

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

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 disesuaikan dengan rumus perhitungan berikut:

$t(n-1)$	≥ 15	dengan t = jumlah perlakuan, n = jumlah ulangan
$6(n-1)$	≥ 15	
$6n-6$	≥ 15	
$6n$	≥ 21	
n	$\geq 3,5$ (4 kali ulangan)	

3.2.2.2 Rancangan Percobaan Penelitian Utama

Desain rancangan percobaan pada penelitian utama yang akan dilakukan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rancangan Percobaan Penelitian Utama

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
A1 (1,5:0,5:0,5)	A1U1	A1U2	A1U3	A1U4
A2 (1,5:0,5:1)	A2U1	A2U2	A2U3	A2U4
A3 (1,5:0,5:1,5)	A3U1	A3U2	A3U3	A3U4
A4 (1,5:0,5:2)	A4U1	A4U2	A4U3	A4U4
A5 (1,5:0,5:2,5)	A5U1	A5U2	A5U3	A5U4
A6 (1,5:0,5:3)	A6U1	A6U2	A6U3	A6U4

Keterangan:

A1 : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 0,5 %.

A2 : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 1 %.

A3 : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 1,5 %.

A4 : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 2 %.

A5 : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 2,5 %.

A6 : *E. spinosum* 1,5 %: *E. cottonii* 0,5 %: T. Ikan Nila 3 %.

3.2.2.3 Prosedur Penelitian Utama

Prosedur kerja penelitian utama adalah sebagai berikut:

1. Prosedur pembuatan tepung ikan menurut Pang *et al.* (2013), melewati beberapa tahapan, pertama proses pemisahan daging dengan tulang, duri dan kulit. Kemudian dilakukan pelumatan pada daging dengan menggunakan *cooper*, setelah itu dilakukan pengukusan. Pengukusan ikan bertujuan untuk mengkoagulasi (mengumpulkan) protein dan mempermudah pemisahan air dan minyak. Selama pengukusan kandungan minyak pada ikan telah keluar.

Pengukusan dilakukan pada daging ikan yang telah lembut, pengukusan dilakukan selama ± 1 jam, setelah pengukusan dilakukan pengeringan pada oven dengan suhu 105°C selama ± 45 menit untuk mengurangi kadar air pada bahan, kemudian *pressing* atau pemerasan bertujuan untuk memisahkan sebagian besar air dan minyak. Daging ikan yang telah direbus diperas menggunakan kain putih, namun pemerasan tidak perlu dilakukan untuk bahan yang mengandung sedikit minyak kemudian dilakukan pengeringan, pengeringan ialah proses pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif kecil dari bahan dengan menggunakan energi panas. Pengeringan dilakukan dengan oven pada suhu 105°C selama ± 60 menit, kemudian penggilingan yang bertujuan untuk menghancurkan gumpalan-gumpalan daging. Proses terakhir adalah penyaringan dengan menggunakan ayakan, penyaringan merupakan pemisahan berbagai campuran partikel padatan yang mempunyai berbagai ukuran bahan dengan menggunakan ayakan dengan ukuran ± 100 mesh.

2. Proses pembuatan sol rumput laut menurut Lubis *et al.* (2013), yang telah dimodifikasi adalah pertama rumput laut *E. spinosum* dan *E. cottonii* dari petani dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan pasir, lumut dan kotoran lain yang menempel dengan menggunakan sikat gigi. Kemudian rumput laut yang sudah bersih dikeringkan menggunakan sinar matahari dan dilanjutkan dengan perendaman 2 % rumput laut dalam 97 % aquades selama 8 - 24 jam, hingga tekstur rumput laut dapat dipatahkan dengan jari, kemudian diblender hingga halus dan homogen.
3. Tahapan dalam proses pengolahan *edible film* adalah pembentukan emulsi, pencetakan bahan emulsi ke permukaan cetakan dan pengeringan (Sari *et al.*, 2008). Suhu yang digunakan untuk mengeringkan campuran bahan *edible film* menurut (Sutono dan Pranoto, 2013) adalah 50°C , selama 24 jam. Pada tahap

pembuatan emulsi, campuran bahan sol rumput laut di aduk dan dipanaskan dengan menggunakan alat pemanas pada suhu 60-80 °C. Pada tahapan ini, rata-rata bahan utama yang ditambahkan berkisar 5% dari total campuran bahan (Fardhyanti dan Julianur, 2015).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, proses pembuatan *edible film* dilakukan dengan tahapan yang diawali pembuatan sol rumput laut dengan menggunakan campuran bahan dari *E. spinosum* 1,5 % dan *E. cottonii* 0,5 % yang telah direndam dalam 94-97 % aquades (d disesuaikan dengan konsentrasi tepung ikan), kemudian ditambahkan gliserol sebagai *plasticizer* sebanyak 1 % dan ditambahkan tepung ikan nila dengan kadar yang berbeda sebagai *variable* bebas yang diamati sebanyak (0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5 % dan 3 %) kemudian diblender hingga halus dan homogen. Selanjutnya dipanaskan dalam *waterbath* dengan suhu 80°C selama 30 menit hingga membentuk sol rumput laut. Sol rumput laut dituang dalam nampan plastik lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 50–60 °C selama lebih kurang 24 jam hingga berbentuk lembaran (*edible film*). Produk yang dihasilkan diangkat dan dilakukan pengujian.

3.2.2.4 Parameter Uji Penelitian Utama

Beberapa parameter uji yang dilakukan untuk mengetahui kualitas dari produk yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan pada campuran bahan yang digunakan dalam proses pengolahan *edible film* meliputi uji kuat tarik dan elongasi (Setiani *et al.*, 2013), ketebalan (Syarifuddin dan Yunianta, 2015), laju transmisi uap air (ASTM, E96), dan kelarutan (Dick *et al.*, 2015), serta parameter kimia yaitu uji Kadar air (Nielsen, 2010), uji Kadar abu (AOAC, 2005), uji Kadar protein (AOAC, 2005), uji kadar lemak (AOAC, 2005) dan uji kadar karbohidrat (winarno, 2004) serta uji FTIR (Anam *et al.*, 2007), analisa asam amino (AOAC, 2005) dan uji SEM (Setiani *et al.*, 2013) pada perlakuan terbaik.

3.3 Prosedur Analisa Parameter Uji

3.3.1 Prosedur Analisa Fisik

3.3.1.1 Uji Kuat Tarik dan Uji Elongasi (Setiani *et al.*, 2013)

Uji kuat Tarik pada sampel dilakukan dengan cara kedua ujung sampel diletakkan pada masing-masing bagian penjepit pada mesin uji tensile. Kemudian dilakukan pengukuran ketebalan dan panjang awal sampel. Proses pengukuran nilai kuat tarik dimulai dengan cara menekan tombol start pada komputer dan secara otomatis alat akan menarik sampel dengan kecepatan 100 mm/menit hingga sampel putus. Nilai kuat tarik dapat diketahui dengan cara nilai tegangan maksimum dibagi dengan luas penampang melintang. Hasil perkalian dari tebal awal sampel dengan panjang awal sampel adalah luas penampang melintang. Rumus perhitungan kuat Tarik adalah:

$$\tau = \frac{F_{\max}}{A}$$

Keterangan:

τ = Kekuatan Tarik (MPa)

$F_{\max}$ = Tegangan maksimum (N)

A = luas penampang melintang (mm²)

Proses pengukuran kuat tarik suatu sampel, sekaligus dapat digunakan untuk mengetahui nilai persentase elongasi dari sampel yang diuji. Nilai persentase elongasi dapat diketahui dengan cara membagi nilai panjang regangan *edible film* dengan panjang awal *edible film*. Rumus perhitungan persentase elongasi adalah:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{Regangan saat putus (mm)}}{\text{Panjang awal (mm)}} \times 100\%$$

3.3.1.2 Uji Ketebalan (Syarifuddin dan Yunianta, 2015)

Pengujian ketebalan dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur berupa micrometer digital, alat ini memiliki ketelitian hingga 0,01 um. Sampel yang

tetah disediakan kemudian diambil beberapa titik yang berbeda untuk selanjutnya micrometer diletakkan tepat pada titik yang telah ditentukan. Hasil pengukuran dari masing-masing titik kemudian diambil reratanya.

3.3.1.3 Uji Transmisi Uap Air (ASTM, E96)

Sebelum melakukan pengujian sampel *film* dipotong sesuai ukuran, kemudian potongan *film* direkatkan pada wadah pertama yang berisi $\frac{1}{4}$ bagian tinggi wadah, lalu wadah yang sudah berisi aquades dan telah tertutup *film* ditempatkan pada wadah kedua yang berisi silica gel untuk mengendalikan kelembapan. Sebelum itu, silica gel dikeringkan pada suhu 180°C selama 3 jam. Lalu wadahnya disimpan pada suhu 25°C . pengukuran dilakukan setelah penyimpanan pada jam ke 24. Laju transmisi uap air dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

W = perubahan berat *edible film* setelah 24 jam
 t = waktu (24 jam)
 A = luas area permukaan *edible film* (m^2)

3.3.1.4 Uji Kelarutan (Dick *et al.*, 2015)

Kelarutan film didefinisikan sebagai persentase film kering setelah perendaman dalam aquades selama 24 jam. Film kering hasil dari uji kadar air ditimbang sebagai berat kering awal (W_i), kemudian dicelupkan ke dalam 30 mL aquades pada suhu 25°C selama 24 jam, lalu dilanjutkan dengan *centrifuge* pada kecepatan 150 rpm selama 10 menit. Kemudian residu (padatan tak larut) dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam kemudian ditimbang beratnya (W_f). Persen kelarutan dapat dihitung dengan rumus berikut:

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

3.3.2 Prosedur Analisa Uji Kimia

3.3.2.1 Uji Kadar Air (Nielsen, 2010)

Metode yang digunakan dalam analisis kadar air ialah metode oven, dengan menguapkan kandungan air (H_2O) bebas yang terdapat dalam sampel. Selanjutnya sampel ditimbang hingga didapatkan bobot yang konstan, diasumsikan kandungan air bebas dalam sampel sudah teruapkan. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan merupakan banyaknya kandungan air yang diuapkan. Prosedur uji analisis kadar air ialah, cawan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu $100-105^{\circ}C$, didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang sebagai berat A. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram kemudian diletakkan dalam cawan yang sudah dikeringkan lalu ditimbang sebagai berat B, dioven pada suhu $100-105^{\circ}C$ selama 6 jam, didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air selama 30 menit dan ditimbang sebagai berat C. kadar air dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

- A : berat cawan kosong setelah dioven (gram)
- B : berat cawan dan sampel sebelum dioven (gram)
- C : berat cawan dan sampel setelah dioven (gram)

3.3.2.2 Uji Kadar Abu (AOAC, 2005)

Kadar abu dianalisa dengan metode pemanasan. Prinsipnya ialah pengabuan atau pembakaran bahan-bahan organik yang diuraikan menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O), namun bahan-bahan anorganik tidak terbakar, zat inilah yang disebut abu. Prosedur uji kadar abu ialah: cawan dioven terlebih dahulu selama 30 menit dengan suhu $100-105^{\circ}C$, kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit untuk menghilangkan uap air dan ditimbang sebagai berat A. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram, dimasukkan dalam cawan

dan ditimbang sebagai berat B, selanjutnya cawan yang berisi sampel dibakar diatas tungku pembakar sampai tidak lagi mengeluarkan asap. Dilakukan pengabuan di dalam tanur bersuhu 550-600°C sampai pengabuan sempurna. Kemudian sampel dari tanur dikeluarkan dan dimasukkan dalam desikator kemudian ditimbang sebagai berat C. Kadar abu dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

- A : berat cawan kosong (gram)
- B : berat cawan dan sampel sebelum pengabuan (gram)
- C : berat sampel dan cawan setelah pengabuan (gram)

3.3.2.3 Uji Kadar Protein (AOAC, 2005)

Metode yang digunakan dalam analisa kadar protein ialah metode *kjeldhal*. Prinsipnya ialah oksidasi bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi ammonia oleh asam sulfat, kemudian ammonia akan bereaksi dengan kelebihan asam membentuk amonium sulfat yang akan diuraikan dan dijadikan basa oleh NaOH. Ammonia yang diuapkan akan diikat dengan asam borat. Nitrogen yang terkandung dalam larutan ditentukan jumlahnya dengan titrasi menggunakan larutan asam.

Prosedur analisis protein ialah sebagai berikut: sampel ditimbang sebanyak 0,1-0,5 gram, kemudian dimasukkan dalam labu *kjeldhal* 100 mL, dan ditambahkan dengan ¼ tablet *kjeldhal*, kemudian didestruksi (pemanasan dalam keadaan mendidih) sampai larutan menjadi hijau jernih dan SO₂ hilang. Larutan dibiarkan dingin dan dipindahkan ke labu 50 mL dan diencerkan dengan aquades sampai tanda tera, dimasukkan ke dalam alat destilasi, ditambahkan dengan 5-10 mL NaOH 30-33% dan dilakukan destilasi. Destilat ditampung dalam larutan 10 mL asam borat 3% dan beberapa tetes indicator (larutan *bromcresol green* 0,1% dan larutan metil merah 0,1% dalam alcohol 95% secara terpisah dan

dicampurkan antara 10 mL *bromcresol green* dengan 2 mL metil merah) kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N sampai larutan berubah warnanya menjadi merah muda. Kadar protein dihitung dengan rumus:

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(V_a - V_b) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 6,25}{W \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

Kadar protein dinyatakan dalam g/100 g sampel (%).

V_a : mL HCl untuk titrasi sampel

V_b : mL HCl untuk titrasi blanko

N : normalitas HCl standar yang digunakan

14,007 : berat atom Nitrogen

6,25 : factor konversi protein untuk ikan

W : berat sampel (gram)

3.3.2.4 Uji Kadar Lemak (AOAC, 2005)

Uji kadar lemak menggunakan metode *sokhlet*, dengan prinsip ekstraksi lemak dalam sampel dengan pelarut lemak non polar. Labu lemak dioven selama 30 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang sebagai berat (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 gram sebagai berat (B) lalu dibungkus dengan kertas saring, dimasukkan labu lemak dan ditutup dengan kapas lalu dimasukkan dalam alat ekstraksi sokhlet yang telah dihungkan dengan labu lemak. Pelarut heksan dituangkan pada sampel hingga terendam dan dilakukan refluks atau ekstraksi lemak selama 5-6 jam sampai pelarut yang turun dalam labu lemak berwarna jernih. Pelarut lemak yang telah digunakan, disuling dan ditampung setelah itu ekstrak lemak yang ada dalam labu lemak dikeringkan dalam oven bersuhu 100-105°C selama 1 jam, lalu labu lemak didinginkan dalam desikator dan ditimbang sebagai berat (C). Kadar lemak dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

A : berat labu alas bulat (gram)

B : berat sampel (gram)

C : berat labu alas bulat + lemak hasil ekstraksi (gram)

3.3.2.5 Uji Kadar Karbohidrat (Winarno, 2004)

Kadar karbohidrat pada pangan menurut Winarno (2004), dapat diketahui dengan beberapa analisa yang dapat dilakukan. Salah satu analisa yang paling mudah dan hasilnya dapat dimasukkan dalam daftar komposisi bahan pangan adalah dengan cara perhitungan kasar (*Carbohydrate by Difference*). Serat kasar pada pangan dapat diketahui dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ karbohidrat} = 100\% - \%(\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$$

3.3.3 Uji FTIR (Anam et al., 2007)

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan salah satu metode spektroskopi inframerah untuk analisa hasil spektrumnya dan dilengkapi dengan transformasi fourier. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode absorpsi. Metode absorpsi ialah metode spektroskopi yang didasarkan pada perbedaan penyerapan radiasi inframerah. Dua syarat yang harus dipenuhi dalam absorpsi inframerah oleh suatu materi, yaitu kesesuaian frekuensi radiasi inframerah dengan *frekuensi fibrasional* molekul sampel serta perubahan momen dipol selama berfibrasi.

Inti spektroskopi FTIR ialah interferometer Michelson, alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungannya. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pentransmisian 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).

3.3.4 Uji Asam Amino (AOAC, 2005)

Uji asam amino menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Cromatografi cair merupakan teknik pemisahan yang digunakan untuk memisahkan senyawa yang tidak tahan panas terhadap pemanasan, seperti asam amino, peptide dan protein. Analisa asam amino menggunakan HPLC terdiri atas 4 tahapan, yaitu tahap pembuatan hidrolisat protein, tahap pengeringan, tahap derivatisasi, dan tahap injeksi serta analisis asam amino.

3.3.5 Uji SEM (Setiani *et al.*, 2013)

Uji SEM (*Scanning Electron Microscop*) pada *edible film* dilakukan untuk menganalisis morfologi *edible film*. sampel *edible film* ditempelkan pada set holder dengan perekat ganda, kemudian dilapisi dengan logam emas dalam keadaan vakum. Setelah itu, sampel dimasukkan pada tempatnya di dalam SEM, kemudian gambar topografi diamati dan dilakukan perbesaran sesuai keinginan.

3.4 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap penelitian pendahuluan yang dimulai pada minggu ke tiga bulan Januari 2016 hingga Februari 2016. Serta tahap penelitian utama yang dimulai pada minggu ke tiga bulan April hingga Juni 2016.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang pengaruh penambahan tepung ikan nila (*oreochromis niloticus*) dengan konsentrasi berbeda terhadap karakteristik *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* pada tiap tahapan penelitian, yakni pada penelitian pendahuluan dan penelitian utama disajikan pada penjelasan berikut:

4.1 Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan identifikasi bahan baku menggunakan analisa FTIR serta uji karakteristik fisik dan kimia *edible film*. Tujuannya adalah untuk menentukan konsentrasi terbaik dari campuran bahan pada proses pengolahan *edible film*.

FTIR menurut Sastrohamidjojo (1992), dapat memberikan keterangan tentang molekul. Serapan setiap tipe serapan ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-O, C-C, C=C, C=N, dan sebagainya) hanya diperoleh dalam bagian-bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi inframerah. Kisaran serapan yang kecil dapat digunakan untuk menentukan setiap tipe ikatan. Pembacaan gugus fungsional yang terkandung pada bahan dari hasil analisa FTIR, menurut Pavia *et al.* (2009) disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Gugus, Jenis Senyawa dan Daerah Serapan Senyawa Organik

Gugus	Jenis Senyawa	Daerah Serapan (cm ⁻¹)
C-H	Alkanes	2850-3000
C-H	Alkenes	3000-3100, 650-1000
C-H	Aromatics	3050-3150, 690-900
C-H	Alkyne	3300
C-H	Aldehyde	2800-2900, 2700-2800
C=C	Alkene	1600-1680
C=C	Aromatic	1475 dan 1600
C≡C	Alkyne	2100-2250
C-O	Alcohols, ethers, carboxylic acids, esters	1000-1300
C=O	Aldehyde	1720-1740
C=O	Ketone	1705-1725
C=O	Carboxylic acid	1700-1725
C=O	Ester	1730-1750
C=O	Amide	1630-1680

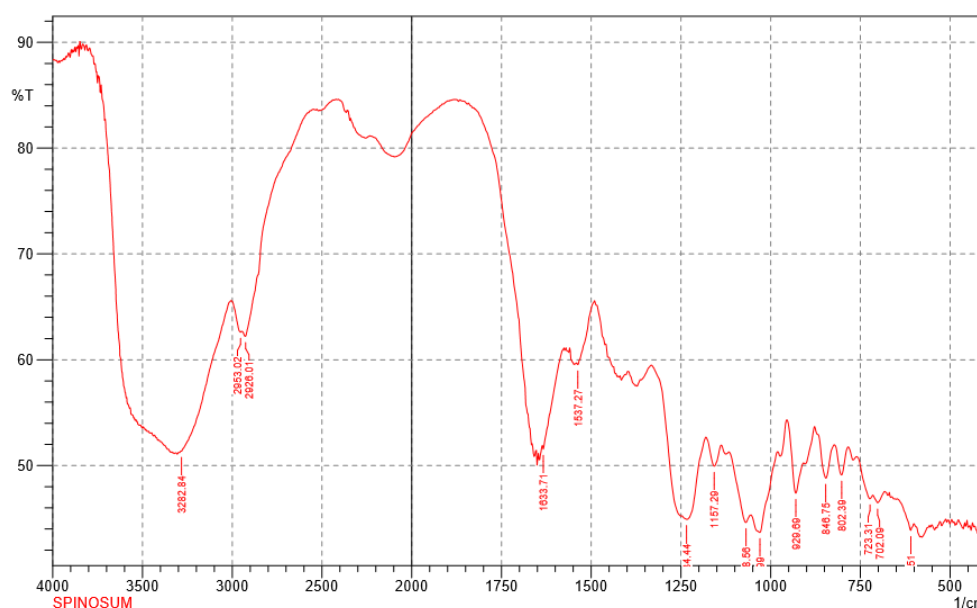
C=O	Anhydride	1760 dan 1810
C=O	Acid chloride	1800
O-H	Alcohols, phenols (Free)	3600-3650
O-H	Alcohols, phenols (H-bonded)	3200-3400
O-H	Asam karboksilat	2400-3400
N-H	Amines and amides	3100-3500, 1550-1640
C-N	Amines	1000-1350
C=N	Imines and oxymes	1640-1690
C≡N	Nitriles	2240-2260
X=C=Y	Allenenes, ketenes, isocyanates	1940-2270
N=O	Nitro(R-NO ₂)	1350 dan 1550
S-H	Mercaptans	2550
S=O	Sulfoxides	1050
S=O	Sulfones, sylfates, sulfonamides	1300-1375, 1140-1350
C-X	Fluoride	1000-1400
C-X	Chloride	540-785
C-X	Bromide, iodide	<667

4.1.1 Identifikasi Bahan Baku dengan FTIR

Analisa dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsional yang terkandung pada bahan serta untuk mengetahui sifat kompatibel bahan saat dicampurkan dengan bahan lain pada proses pengolahan *edible film*. Sifat kompatibilitas suatu bahan dapat diketahui dengan melihat gugus fungsional yang terkandung pada masing-masing bahan, yakni jika antar bahan yang dicampurkan memiliki gugus fungsional yang sama maka sifat kompatibilitas yang dimiliki dari campuran bahan akan baik. Sifat kompatibilitas pada campuran bahan akan buruk jika tidak ditemukan gugus fungsional yang sama diantara bahan yang digunakan.

4.1.1.1 *Eucheuma spinosum*

Eucheuma spinosum diperoleh dari pulau Madura, yang telah melewati proses pencucian dan pengeringan. Hasil dari analisa FTIR pada bahan ini disajikan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Spektra IR *Eucheuma spinosum*

Kurva pada grafik menyajikan macam-macam gugus fungsional yang terkandung pada *Eucheuma spinosum*, yang terwakilkan pada tiap-tiap bilangan gelombang yang muncul pada grafik. Pada bilangan gelombang 500-750 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H dan C-X. Pada bilangan gelombang 751-1000 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H. Pada bilangan gelombang 1001-1250 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O, C-N, C-X dan S=O. Pada bilangan gelombang 1501-1750 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C=O, C=C dan N-H. Pada bilangan gelombang 2501-3000 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H dan O-H. Pada bilangan gelombang 3001-3500 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus O-H dan N-H.

Penjelasan lebih sederhana disajikan pada **Tabel 8**:

Tabel 8. Gugus Fungsi yang Terkandung pada *Eucheuma spinosum*

Rentang Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi
500-750	610, 702, 723	C-X dan C-H
751-1000	802, 847, 930	C-H
1001-1250	1030, 1069, 1157, 1234	S=O, C-O, C-N dan C-X
1501-1750	1634	C=O, C=C dan N-H
2501-3000	2926, 2953	C-H dan O-H
3001-3500	3283	O-H dan N-H

Hasil analisa FTIR sesuai dengan hasil dari penelitian Diharmi *et al.* (2011) yang disajikan pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum* Dibandingkan dengan Literatur

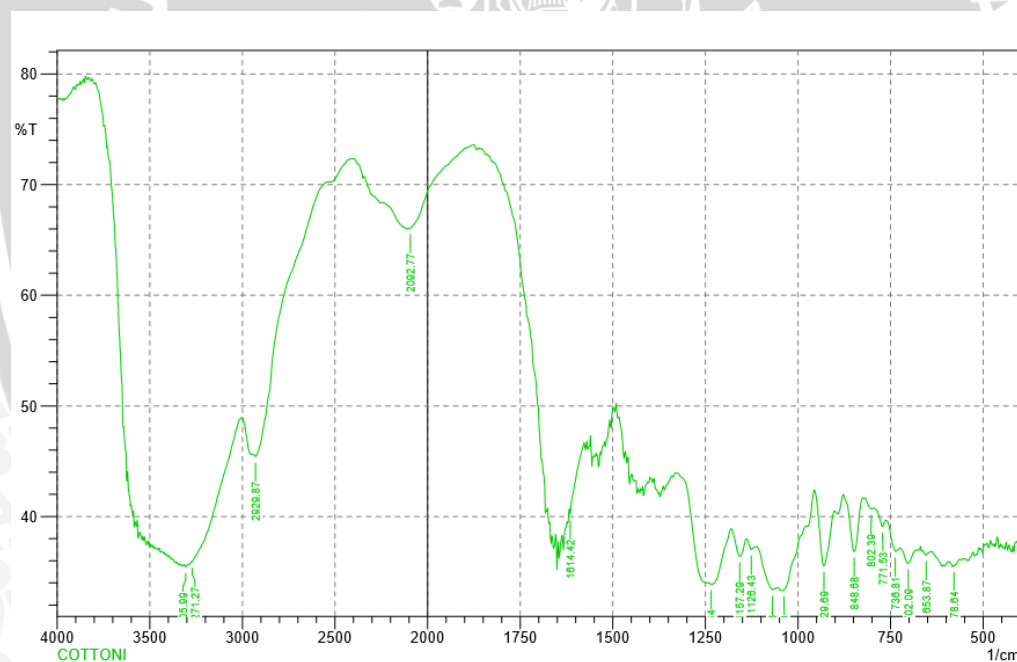
Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)*	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)**	Gugus Fungsi
3283	3202	O-H dan N-H
1157, 1234	1223	S=O, C-O, C-N dan C-X
930	853	C-H
702, 723	806	C-H

Keterangan : *) : Bilangan Gelombang *Eucheuma spinosum* hasil penelitian

**) : Diharmi *et al.* (2011)

4.1.1.2 *Eucheuma cottonii*

Eucheuma cottonii diperoleh dari pulau Madura, yang telah melewati proses pencucian dan pengeringan. Hasil dari analisa FTIR pada bahan ini disajikan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Spektra IR *Eucheuma cottonii*

Kurva pada grafik menyajikan macam-macam gugus fungsional yang terkandung pada *Eucheuma cottonii*, yang terwakilkan pada tiap-tiap bilangan gelombang yang muncul pada grafik. Pada bilangan gelombang 500-750 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-X dan C-H. Pada bilangan gelombang 751-1000 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-H. Pada bilangan gelombang 1001-1250 cm⁻¹

menunjukkan adanya gugus C-O, C-N, C-X dan S=O. Pada bilangan gelombang 1501-1750 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C=C dan N-H. Pada bilangan gelombang 2001-2500 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus X=C=Y. Pada bilangan gelombang 2501-3000 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H dan O-H. Pada bilangan gelombang 3001-3500 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus O-H dan N-H.

Penjelasan lebih sederhana disajikan pada **Tabel 10**:

Tabel 10. Gugus Fungsi yang Terkandung pada *Euclidean cottonii*

Rentang Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi
500-750	579, 654, 702, 737, 772	C-X dan C-H
751-1000	802, 849, 930	C-H
1001-1250	1038, 1069, 1126, 1157, 1234	C-O, C-N, C-X dan S=O
1501-1750	1614	C=C dan N-H
2001-2500	2093	X=C=Y
2501-3000	2930	C-H dan O-H
3001-3500	3271, 3306	O-H dan N-H

Hasil analisa FTIR sesuai dengan hasil dari penelitian Marseno *et al.* (2010) yang disajikan pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Gugus Fungsi *Euclidean cottonii* Dibandingkan dengan Literatur

Bilangan Gelombang (cm^{-1})*	Bilangan Gelombang (cm^{-1})**	Gugus Fungsi
1157 dan 1234	1231	C-O, C-N, C-X dan S=O
1038 dan 1069	1072	C-O, C-N dan C-X
849	849	C-H
930	930	C-H

Keterangan : *) : Bilangan Gelombang *Euclidean cottonii* hasil penelitian

**) : Marseno *et al.* (2010)

4.1.1.3 Tepung Ikan Nila

Tepung ikan nila diperoleh dari proses pengolahan sendiri, yang telah melewati proses pencucian, penyiangan, pengambilan daging, penggilingan, pengukusan, pemanasan dan penggilingan. Hasil analisa proksimat pada produk tepung ikan yang dihasilkan disajikan pada **Tabel 12**.

Tabel 12. Hasil Analisa Proksimat Tepung Ikan Nila

No.	Jenis Analisa	Hasil (%)
1.	Kadar air	3,58
2.	Kadar protein	62,05
3.	Kadar abu	6,36
4.	Kadar lemak	22,95
5.	Kadar karbohidrat	5,06

Kandungan protein pada tepung ikan nila yang tinggi, akan sangat baik untuk dijadikan bahan dalam proses pengolahan *edible film*. Bahan yang mengandung protein tinggi dapat membentuk matriks *film* saat berikatan dengan hidrokoloid dan air. Tepung ikan yang ditambahkan pada campuran bahan dalam proses pengolahan *edible film* menurut Agustin (2012) dapat membentuk matriks yang kuat, akibat protein dan air mampu diikat oleh gugus hidroksi dari senyawa karagenan.

Hasil analisa proksimat tepung ikan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang disajikan pada **Tabel 13**.

Tabel 13. Hasil Analisa Tepung Ikan Nila Dibandingkan dengan SNI

Jenis Analisa	Hasil (%)*	Hasil (%)**		
		Mutu 1	Mutu 2	Mutu 3
Kadar air	3,58	≤ 10	≤ 12	≤ 12
Kadar protein	62,05	≥ 65	≥ 55	≥ 45
Kadar abu	6,36	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 3
Kadar lemak	22,95	≤ 20	≤ 25	≤ 30
Kadar karbohidrat	5,06	≤ 8	≤ 10	≤ 12

Keterangan : *) : Kadar protein tepung ikan nila hasil penelitian

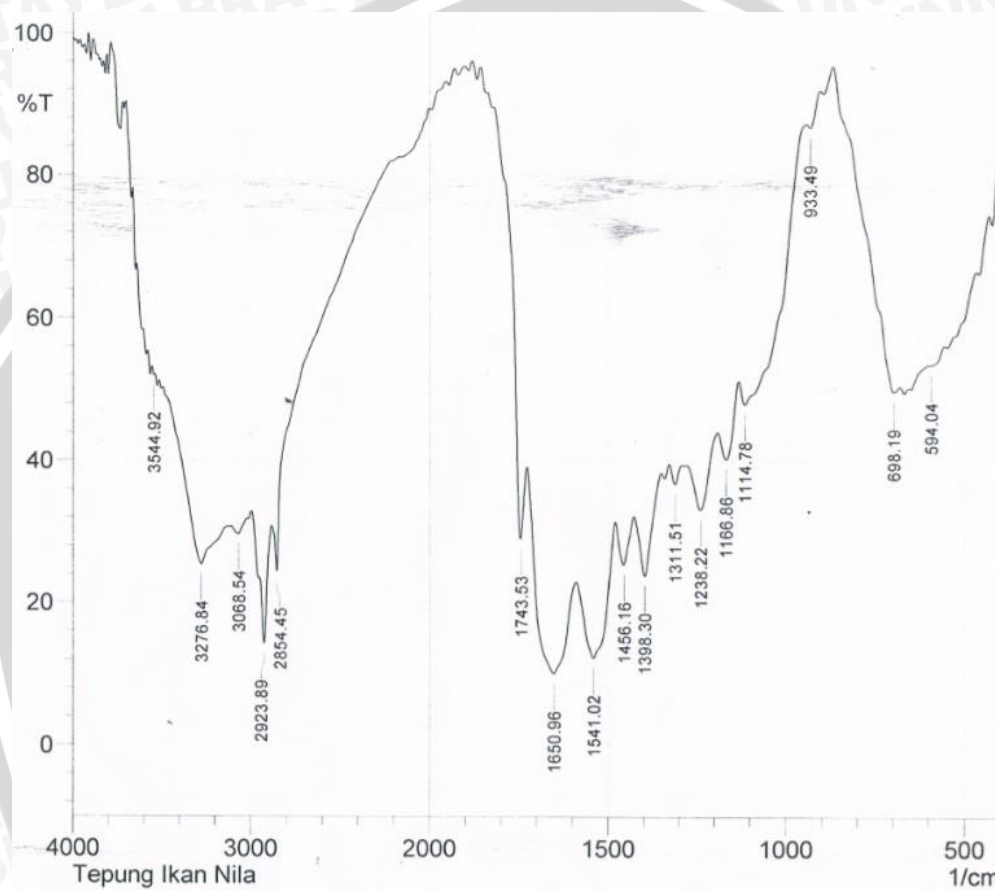
**) : SNI 01-2715-1996 (DSN, 1996)

Pada hasil uji kadar air, protein, lemak dan karbohidrat terhadap tepung ikan nila yang dihasilkan sudah memenuhi SNI 01-2715-1996 (DSN, 1996) tentang tepung ikan. Namun untuk syarat kadar abu oleh SNI, tepung ikan nila yang dihasilkan belum memenuhi standar. Tingginya kadar abu dapat disebabkan oleh masih adanya tulang yang tercampur pada proses pengolahan tepung ikan nila. Kadar abu suatu bahan menurut Pratama *et al.* (2014), menggambarkan banyaknya mineral yang tidak terbakar menjadi zat yang dapat menguap. Semakin besar kadar abu suatu bahan, menunjukkan semakin tinggi mineral yang

dikandung oleh makanan tersebut. Unsur mineral dalam jumlah besar (makro) menurut Winarno (2014) dapat berupa natrium. Unsur natrium dapat ditemukan dalam tulang.

Gugus fungsi pada tepung ikan nila, dapat diketahui dengan analisa FTIR.

Hasil dari analisa FTIR pada tepung ikan nila disajikan pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Spektra IR Tepung Ikan Nila

Kurva pada grafik menyajikan macam-macam gugus fungsional yang terkandung pada tepung ikan nila, yang terwakilkan pada tiap-tiap bilangan gelombang yang muncul pada grafik. Pada bilangan gelombang 500-750 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H dan C-X. Pada bilangan gelombang 751-1000 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H. Pada bilangan gelombang 1001-1250 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O, C-N, C-X dan S=O. Pada bilangan gelombang 1251-1500 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus S=O, C-N dan C-X. Pada bilangan

gelombang 1501-1750 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C=N, C=O dan C=C. Pada bilangan gelombang 2501-3000 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H dan O-H. Pada bilangan gelombang 3001-3500 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H dan O-H. Penjelasan lebih sederhana disajikan pada **Tabel 14**.

Tabel 14. Gugus Fungsi yang Terkandung pada Tepung Ikan Nila

Rentang Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi
500-750	594, 698	C-H dan C-X
751-1000	934	C-H
1001-1250	1115, 1167, 1238	C-O, C-N, C-X dan S=O
1251-1500	1312, 1398, 1456	S=O, C-N dan C-X
1501-1750	1541, 1651, 1744	C=N, C=O dan C-C
2501-3000	2855, 2924	C-H dan O-H
3001-3500	3069, 3277	N-H, C-H dan O-H

Hasil analisa FTIR sesuai dengan hasil dari penelitian Martianingsih dan Lukman (2010) yang disajikan pada **Tabel 15**.

Tabel 15. Gugus Fungsi Tepung Ikan Nila Dibandingkan dengan Literatur

Bilangan Gelombang (cm^{-1})*	Bilangan Gelombang (cm^{-1})**	Gugus Fungsi
2924	2929	C-H dan O-H
3069	3048	C-H dan O-H
1651	1650	C=N, C=O dan C=C
3277	3445	N-H

Keterangan : *) : Bilangan Gelombang Tepung ikan nila hasil penelitian
 **) : Martianingsih dan Lukman (2010)

4.1.1.4 *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*

Sifat kontabilitas antara *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dapat terbentuk karena terdapat kesamaan pada gugus fungsional yang dimilikinya. Hasil analisa FTIR antara *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* disajikan pada **Tabel 16**.

Tabel 16. Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*

Bilangan Gelombang (cm^{-1})		Gugus Fungsi
<i>Eucheuma spinosum</i>	<i>Eucheuma cottonii</i>	
702, 723, 802, 847, 930	654, 702, 737, 772, 802	C-H
1030, 1069	1038, 1069, 1126	C-O
115, 1234, 1069, 1030	1126, 1038, 1069	C-N
2926, 2953, 3283	2930, 3271, 3306	O-H
1634, 3283	1614, 3271, 3306	N-H
610, 702, 723	579, 654, 702, 1069	C-X

1157, 1234 1634	1157, 1234 1614	S=O C=C
--------------------	--------------------	------------

Data pada tabel menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yakni (C-H; C-O; C-N; O-H; N-H, C-X, S=O dan C=C), dengan demikian sifat kompatibel akan terjadi saat kedua bahan dicampurkan.

4.1.1.5 *Eucheuma spinosum* dan Tepung Ikan Nila

Sifat kontabilitas antara *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan nila dapat terbentuk jika terdapat kesamaan pada gugus fungsional yang dimilikinya. Hasil analisa FTIR antara *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan nila disajikan pada

Tabel 17.

Tabel 17. Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum* dan Tepung Ikan Nila

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Gugus Fungsi
<i>Eucheuma spinosum</i>	Tepung Ikan Nila	
702, 723, 802, 847, 930	698, 934, 2855, 3069	C-H
1030, 1069	1167, 1238	C-O
115, 1234, 1069, 1030	1115, 1167, 1238, 1312	C-N
2926, 2953, 3283	2855, 2924, 3069, 3277	O-H
1634, 3283	3277	N-H
610, 702, 723	594, 698, 1115, 1167	C-X
1157, 1234	1167, 1238, 1312	S=O
1634	1651	C=C

Data pada tabel menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan nila yakni (C-H; C-O; C-N; O-H; N-H, C-X, S=O dan C=C), dengan demikian sifat kompatibel akan terjadi saat kedua bahan dicampurkan.

4.1.1.6 *Eucheuma cottonii* dan Tepung Ikan Nila

Sifat kontabilitas antara *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan nila dapat terbentuk jika terdapat kesamaan pada gugus fungsional yang dimilikinya. Hasil analisa FTIR antara *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan nila disajikan pada **Tabel**

18.

Tabel 18. Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma cottonii* dan Tepung Ikan Nila

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Gugus Fungsi
<i>Eucheuma cottonii</i>	Tepung Ikan Nila	
654, 702, 737, 772, 802	698, 934, 2855, 3069	C-H
1038, 1069, 1126	1167, 1238	C-O
1126, 1038, 1069	1115, 1167, 1238, 1312	C-N
2930, 3271, 3306	2855, 2924, 3069, 3277	O-H
1614, 3271, 3306	3277	N-H
579, 654, 702, 1069	594, 698, 1115, 1167	C-X
1157, 1234	1167, 1238, 1312	S=O
1614	1651	C=C

Data pada tabel menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan nila yakni (C-H; C-O; C-N; O-H; N-H, C-X, S=O dan C=C), dengan demikian sifat kompatibel akan terjadi saat kedua bahan dicampurkan.

4.1.1.7 *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan Tepung Ikan Nila

Sifat kontabilitas antara *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan nila dapat terbentuk jika terdapat kesamaan pada gugus fungsional yang dimilikinya. Hasil analisa FTIR antara *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan nila disajikan pada **Tabel 19**.

Tabel 19. Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan Tepung Ikan Nila

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			Gugus Fungsi
<i>E. spinosum</i>	<i>E. cottonii</i>	Tepung Ikan Nila	
702, 723, 802, 847	654, 702, 737	698, 934, 2855	C-H
1030, 1069	1038, 1069, 1126	1167, 1238	C-O
115, 1234, 1069	1126, 1038, 1069	1115, 1167, 1238	C-N
2926, 2953, 3283	2930, 3271, 3306	2855, 2924, 3069	O-H
1634, 3283	1614, 3271, 3306	3277	N-H
610, 702, 723	579, 654, 702	594, 698, 1115	C-X
1157, 1234	1157, 1234	1167, 1238, 1312	S=O
1634	1614	1651	C=C

Data pada tabel menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan nila yakni (C-H; C-O; C-N; O-H; N-H, C-X, S=O dan C=C), dengan demikian sifat kompatibel akan terjadi saat ketiga bahan dicampurkan.

4.1.2 Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film*

Analisa karakteristik fisik dan kimia *edible film* meliputi analisa ketebalan, kuat tarik, elongasi, transmisi uap air dan kadar air. Hasil analisa karakteristik fisik dan kimia *edible film* dihitung dengan menggunakan aplikasi *Microsoft excel 2013* dan disajikan pada **Tabel 20**.

Tabel 20. Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film*

K. Sampel	Ketebalan	Kuat Tarik	Elongasi	T. Uap Air	Kadar Air
S ₂ C ₀	0.06	213.96	9.34	52.86	26.02
S ₀ C ₂	0.09	128.49	14.31	50.52	30.04
S ₁ C ₁	0.07	141.45	10.77	45.05	26.20
S _{0,5} C _{1,5}	0.10	97.70	13.28	47.40	25.22
S _{1,5} C _{0,5}	0.08	225.06	12.72	28.13	29.25

Keterangan: Satuan yang digunakan untuk ketebalan (mm), kuat tarik (kgf/cm²), elongasi (%), transmisi uap air (mL/m²/hari) dan kadar air (%)

S₂C₀ : *Eucheuma spinosum* 2 % dan *Eucheuma cottonii* 0 %.

S₀C₂ : *Eucheuma spinosum* 0 % dan *Eucheuma cottonii* 2 %.

S₁C₁ : *Eucheuma spinosum* 1 % dan *Eucheuma cottonii* 1 %.

S_{0,5}C_{1,5} : *Eucheuma spinosum* 0,5 % dan *Eucheuma cottonii* 1,5 %.

S_{1,5}C_{0,5} : *Eucheuma spinosum* 1,5 % dan *Eucheuma cottonii* 0,5 %.

Data pada tabel di atas kemudian dimasukkan pada analisa de garmo dan dihitung dengan menggunakan aplikasi *Microsoft exel 2013*. Analisa de garmo berfungsi untuk mendapatkan perlakuan terbaik dari derajat kepentingan dari masing-masing karakteristik fisik dan kimia *edible film*, berdasarkan penilaian panelis. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa perlakuan terbaik adalah dengan menambahkan *Eucheuma spinosum* 1,5 % dan *Eucheuma cottonii* 0,5 % pada keseluruhan campuran bahan.

4.2 Penelitian Utama

Pada penelitian utama, dilakukan analisa karakteristik fisik dan kimia pada *edible film* yang dihasilkan. Tujuannya adalah untuk menentukan konsentrasi terbaik dari penambahan konsentrasi tepung ikan nila yang berbeda, pada konsentrasi campuran bahan terbaik antara *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dari hasil penelitian pendahuluan.

4.2.1 Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film*

Analisa karakteristik fisik dan kimia *edible film* meliputi analisa ketebalan, kuat Tarik, elongasi, transmisi uap air, kadar air dan kelarutan. Hasil analisa karakteristik fisik dan kimia *edible film* dihitung dengan menggunakan aplikasi *Microsoft excel* 2013 dan disajikan pada **Tabel 21**.

Tabel 21. Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film*

K. Sampel	Ketebalan	Kuat Tarik	Elongasi	T.U. Air	K. Air	Kelarutan
T _{0,5}	0.08	141.87	10.36	7.47	25.27	74.29
T ₁	0.08	124.64	9.09	7.09	22.55	66.49
T _{1,5}	0.13	71.22	8.56	6.23	21.41	61.72
T ₂	0.14	90.13	7.16	5.75	20.35	61.03
T _{2,5}	0.13	95.02	4.89	5.27	18.80	56.01
T ₃	0.14	95.95	3.66	4.82	17.26	50.02

Keterangan: Satuan yang digunakan untuk ketebalan (mm), kuat tarik (kgf/cm²), elongasi (%), transmisi uap air (mL/m²/hari), kadar air (%) dan kelarutan (%).

T_{0,5} : Tepung Ikan Nila 0,5 %, *E. spinosum* 1,5 % dan *E. cottonii* 0,5 %.

T₁ : Tepung Ikan Nila 1 %, *E. spinosum* 1,5 % dan *E. cottonii* 0,5 %.

T_{1,5} : Tepung Ikan Nila 1,5 %, *E. spinosum* 1,5 % dan *E. cottonii* 0,5 %.

T₂ : Tepung Ikan Nila 2 %, *E. spinosum* 1,5 % dan *E. cottonii* 0,5 %.

T_{2,5} : Tepung Ikan Nila 2,5 %, *E. spinosum* 1,5 % dan *E. cottonii* 0,5 %.

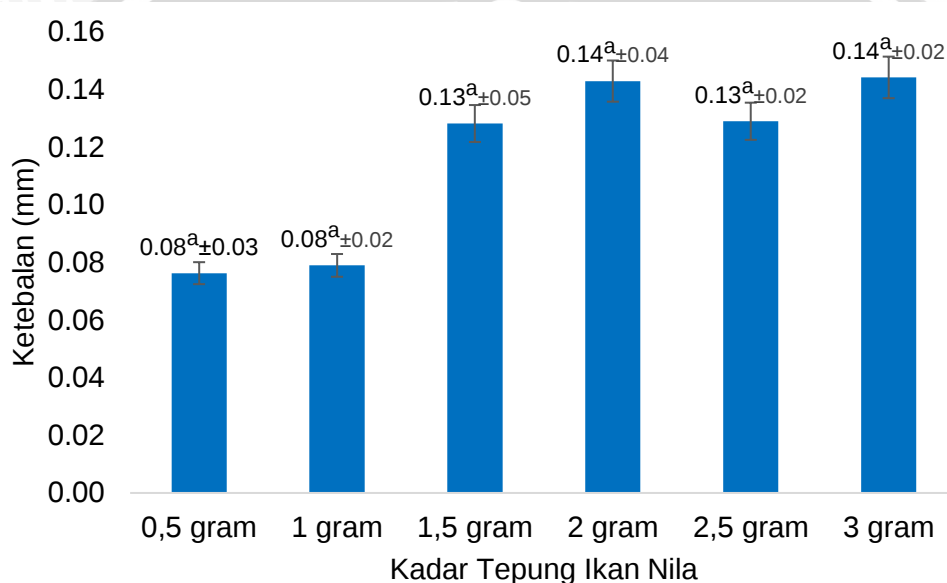
T₃ : Tepung Ikan Nila 3 %, *E. spinosum* 1,5 % dan *E. cottonii* 0,5 %.

Data pada tabel di atas kemudian dimasukkan pada analisa de garmo dan dihitung dengan menggunakan aplikasi *Microsoft excel* 2013. Analisa de garmo berfungsi untuk mendapatkan perlakuan terbaik dari derajat kepentingan dari masing-masing karakteristik fisik dan kimia *edible film*, berdasarkan penilaian panelis. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa perlakuan terbaik adalah dengan

menambahkan tepung ikan nila 1 %, *Eucheuma spinosum* 1,5 % dan *Eucheuma cottonii* 0,5 % pada keseluruhan campuran bahan.

4.2.1.1 Hasil Analisa Ketebalan *Edible Film*

Penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada campuran bahan, dalam proses pengolahan *edible film* berpengaruh signifikan terhadap hasil analisa ketebalan. Pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada proses pengolahan *edible film* disajikan pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Hasil Analisa Ketebalan *Edible Film*

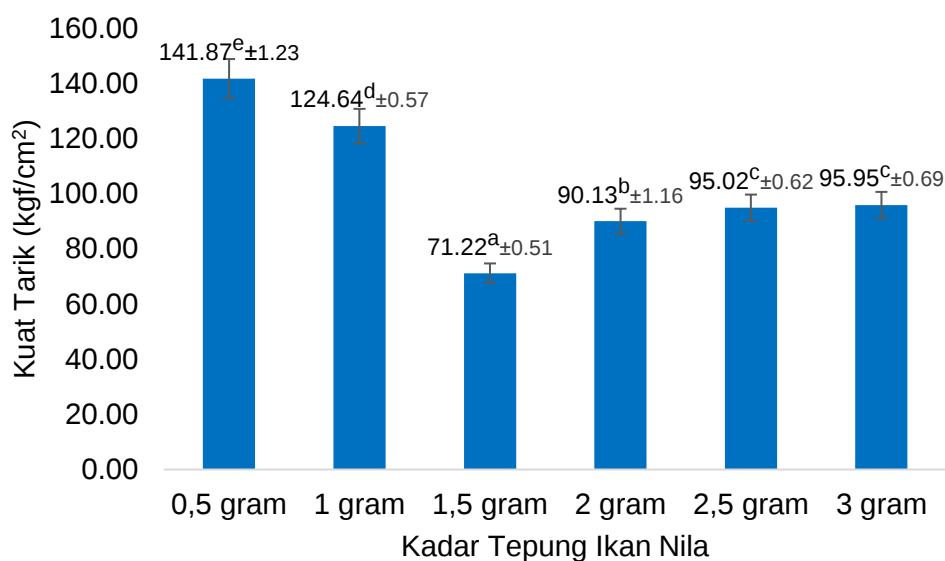
Hasil analisa ketebalan menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai ketebalan cenderung semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi tepung ikan nila yang semakin tinggi menyebabkan kenaikan total padatan dalam *edible film*, sehingga terjadi peningkatan ketebalan *edible film*. Ketebalan *edible film* menurut Kusumawati dan Widya (2013), dipengaruhi oleh banyaknya total padatan dalam larutan. Semakin tinggi total padatan, menyebabkan *edible film* semakin tebal.

Ketebalan edible film menurut Handito (2011), terutama memang dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk *film*. Selain itu, ketebalan *edible film* juga dipengaruhi oleh ukuran plat pencetak. Ketebalan *edible film*, akan berpengaruh pada nilai analisa kuat tarik, elongasi dan transmisi uap air. Semakin tinggi nilai ketebalan akan meningkatkan nilai kuat tarik serta menurunkan nilai elongasi dan nilai transmisi uap air pada *edible film* yang dihasilkan.

Semakin tinggi nilai ketebalan *edible film* menurut Saputra *et al.* (2015), maka kualitasnya semakin rendah. Nilai ketebalan *edible film* menurut JIS (*Japenese Industrial Standard*) maksimal adalah 0,25 mm. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan nila 0,5-3%, nilai ketebalan terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai ketebalan 0,0763 mm. Nilai ketebalan terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 3% dengan nilai ketebalan 0,1443 mm.

4.2.1.2 Hasil Analisa Kuat Tarik *Edible Film*

Penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada campuran bahan, dalam proses pengolahan *edible film* berpengaruh signifikan terhadap hasil analisa kuat tarik. Pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada proses pengolahan *edible film* disajikan pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Hasil Analisa Kuat Tarik *Edible Film*

Hasil analisa kuat tarik menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai kuat tarik mengalami penurunan dan kenaikan. Kenaikan nilai kuat tarik *edible film*, dapat terjadi karena pengaruh konsentrasi tepung ikan nila yang semakin tinggi sehingga menyebabkan kenaikan total padatan. Semakin tinggi total padatan menurut Kusumawati dan Widya (2013), menyebabkan *edible film* semakin tebal. Semakin tinggi nilai ketebalan menurut Handito (2011), akan meningkatkan nilai kuat tarik pada *edible film* yang dihasilkan.

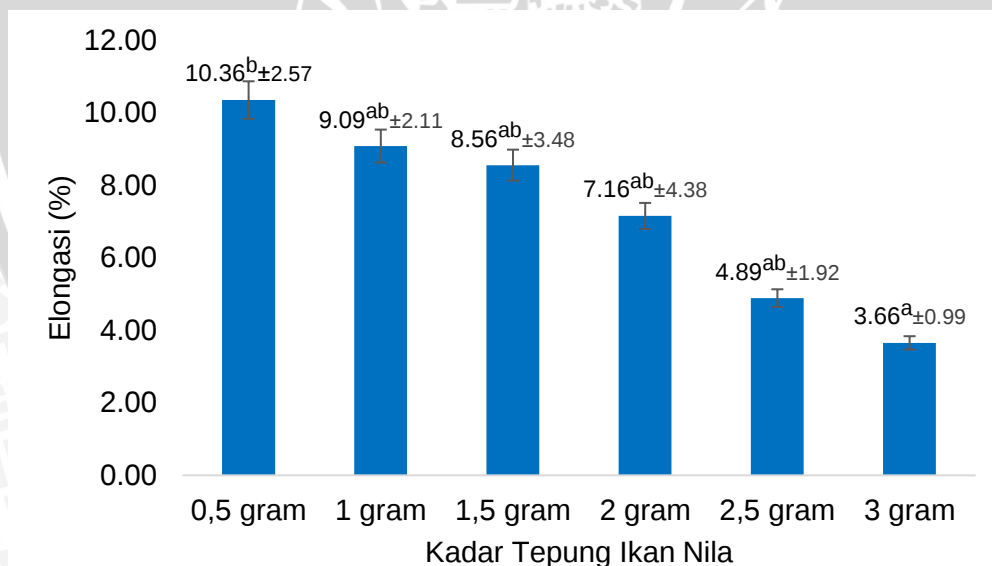
Peningkatan nilai kuat tarik dengan semakin tingginya konsentrasi tepung ikan menurut Agustin (2012) juga dapat terjadi karena protein dan air mampu diikat oleh gugus hidroksi dari senyawa karaginan sehingga akan membentuk matriks yang kuat. Penurunan nilai kuat tarik dari *edible film* yang dihasilkan dimungkinkan karena penggunaan alat cetakan dengan permukaan yang tidak rata sehingga ketebalan dari *edible film* yang dihasilkan tidak rata. Ketebalan *edible film* menurut Handito (2011), terutama memang dipengaruhi oleh

konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk *film*. Selain itu, ketebalan *edible film* juga dipengaruhi oleh plat pencetak yang digunakan.

Semakin tinggi nilai kuat tarik *edible film* menurut Saputra *et al.* (2015), maka kualitasnya semakin tinggi. Nilai kuat tarik *edible film* menurut JIS (*Japenese Industrial Standard*) minimal adalah 4 kgf/cm². Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan nila 0,5-3%, nilai kuat tarik terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai kuat tarik 141,8658 kgf/cm². Nilai kuat tarik terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 1,5% dengan nilai kuat tarik 71,2195 kgf/cm².

4.2.1.3 Hasil Analisa Elongasi *Edible Film*

Penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada campuran bahan, dalam proses pengolahan *edible film* berpengaruh signifikan terhadap hasil analisa elongasi. Pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada proses pengolahan *edible film* disajikan pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Hasil Analisa Elongasi *Edible Film*

Hasil analisa elongasi menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai elongasi cenderung semakin

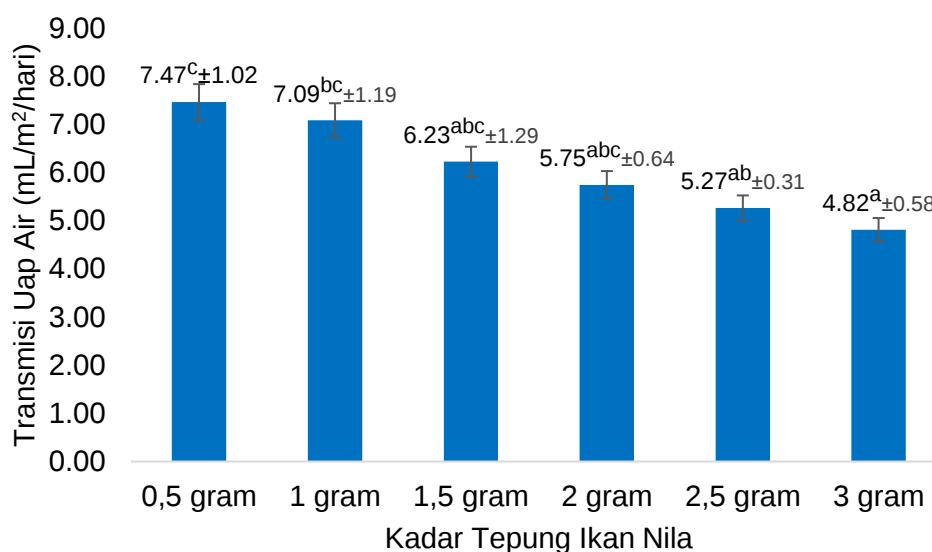
rendah. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi tepung ikan nila yang semakin tinggi menyebabkan kenaikan kekuatan matriks yang terbentuk dalam *edible film*, sehingga terjadi penurunan elongasi *edible film*. Elongasi *edible film* menurut Agustin (2012), dipengaruhi oleh kandungan jumlah matrik yang terbentuk. Semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila, menyebabkan nilai elongasi *edible film* semakin rendah. Matriks *film* yang semakin kuat menurut Handito (2011), akan menyebabkan *film* getas dan akibatnya persentase pemanjangan semakin rendah. *Edible film* dengan nilai elongasi yang semakin menurun akan diikuti dengan nilai kuat tarik yang semakin meningkat.

Semakin tinggi nilai elongasi *edible film* menurut Saputra *et al.* (2015), maka kualitasnya semakin tinggi. Nilai elongasi *edible film* menurut JIS (*Japenese Industrial Standard*) minimal adalah 70 %. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan nila 0,5-3 %, nilai elongasi terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5 % dengan nilai elongasi 10,3557 %. Nilai elongasi terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 3% dengan nilai elongasi 3,6564 %.

4.2.1.4 Hasil Analisa Transmisi Uap Air *Edible Film*

Penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada campuran bahan, dalam proses pengolahan *edible film* tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil analisa transmisi uap air. Pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada proses pengolahan *edible film* disajikan pada **Gambar**

13.



Gambar 13. Hasil Analisa Tranmisi Uap Air *Edible Film*

Hasil analisa tranmisi uap air menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai transmisi uap air cenderung semakin rendah. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi tepung ikan nila yang semakin tinggi menyebabkan kenaikan kekuatan matriks yang terbentuk dalam *edible film*, sehingga terjadi penurunan transmisi uap air *edible film*. Transmisi uap air *edible film* menurut Agustin (2012), dipengaruhi oleh kandungan jumlah matriks yang terbentuk. Matriks *film* yang semakin kuat dan rapat menurut Kusumawati dan Widya (2013), akan menyebabkan nilai transmisi uap air semakin rendah.

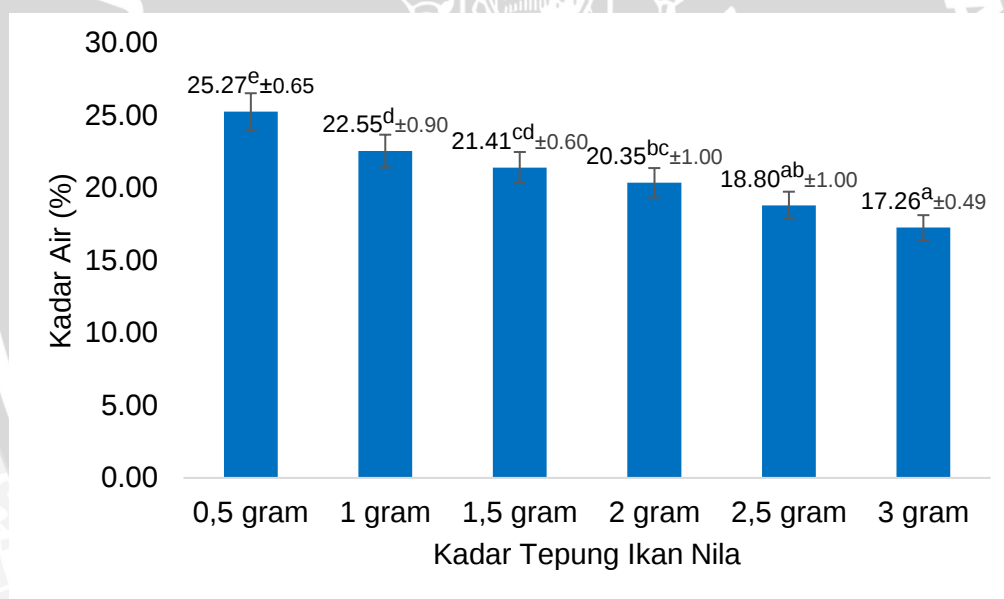
Transmisi uap air *edible film* menurut Handito (2011), juga dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk *film*. Semakin tinggi total padatan pembentuk *film* menurut Kusumawati dan Widya (2013), menyebabkan *edible film* semakin tebal. Semakin tebal *edible film* yang terbentuk, akan mengurangi laju transmisi uap air karena sulit untuk ditembus uap air.

Semakin tinggi nilai transmisi uap air *edible film* menurut Saputra *et al.* (2015), maka kualitasnya semakin rendah. Nilai transmisi uap air *edible film*

menurut JIS (*Japenese Industrial Standard*) maksimal adalah 7 mL/m²/hari. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan nila 0,5-3%, nilai transmisi uap air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 3% dengan nilai transmisi uap air 4.8209 mL/m²/hari. Nilai transmisi uap air terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai transmisi uap air 7,4725 mL/m²/hari.

4.2.1.5 Hasil Analisa Kadar Air *Edible Film*

Penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada campuran bahan, dalam proses pengolahan *edible film* berpengaruh signifikan terhadap hasil analisa kadar air. Pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada proses pengolahan *edible film* disajikan pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Hasil Analisa Kadar Air *Edible Film*

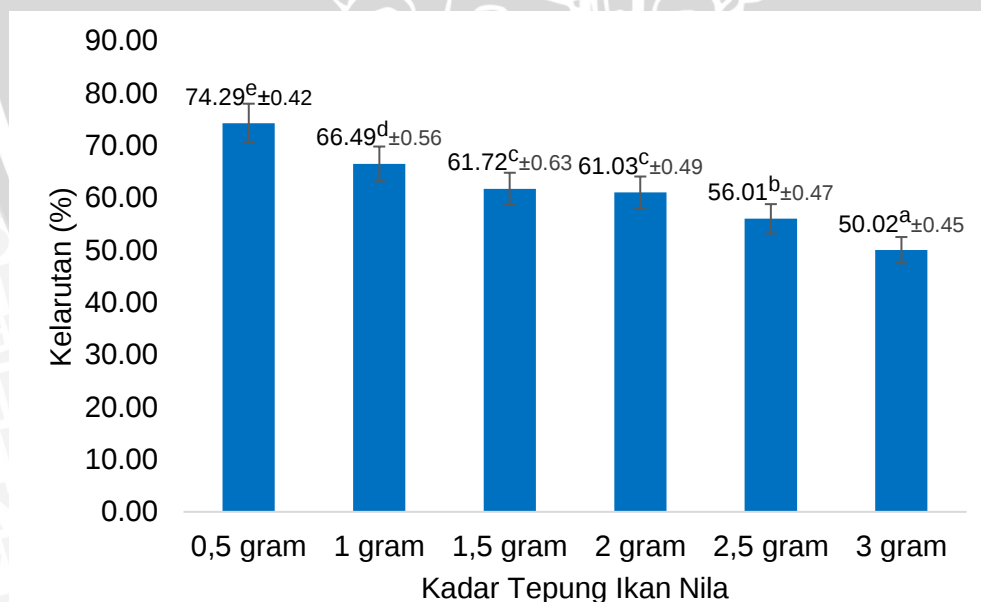
Hasil analisa kadar air menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai kadar air cenderung semakin rendah. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi tepung ikan nila yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan jumlah polimer *edible film*, sehingga terjadi penurunan kadar air *edible film*. Kadar air *edible film* menurut Syarifuddin

dan Yuniarta (2015), dipengaruhi oleh banyaknya total polimer penyusun matriks *film*. Semakin tinggi total polimer penyusun matriks *film*, menyebabkan jumlah air yang tertinggal didalam matriks *film* akan semakin rendah.

Kadar air *edible film* menurut Setiani *et al.* (2013), akan berpengaruh pada masa simpan karena merupakan habitat mikroba. Semakin tinggi nilai kadar air *edible film* menurut Syarifuddin dan Yuniarta (2015), maka kualitasnya semakin rendah. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan nila 0,5-3%, nilai kadar air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 3% dengan nilai kadar air 17,2606 %. Nilai kadar air terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai kadar air 25,2690 %.

4.2.1.6 Hasil Analisa Kelarutan *Edible Film*

Penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada campuran bahan, dalam proses pengolahan *edible film* berpengaruh signifikan terhadap hasil analisa kelarutan. Pengaruh penambahan tepung ikan nila dengan konsentrasi berbeda pada proses pengolahan *edible film* disajikan pada **Gambar 15**.



Gambar 15. Hasil Analisa Kelarutan *Edible Film*

Hasil analisa kelarutan menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai kelarutan cenderung semakin rendah. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi tepung ikan nila yang semakin tinggi menyebabkan pada campuran bahan pada fase kontinyu akan membentuk lapisan *film* disekeliling granula dan menghambat keluarnya polimer dari granula, sehingga terjadi penurunan kelarutan *edible film*.

Pembentukan *film* dari protein menurut Riyanto *et al.* (2014), terjadi melalui tiga tahap. Denaturasi protein (pemutusan rantai intermolekular protein dengan perlakuan panas), interaksi antar rantai protein membentuk struktur tiga dimensi baru dan stabilisasi lapisan yang terbentuk (membentuk kohesif dan matriks yang kontinyu). Protein yang merupakan hidrokoloid menurut Agustin (2011), pada fase kontinyu akan membentuk lapisan *film* disekeliling granula dan menghambat keluarnya polimer dari granula tersebut dan pada akhirnya menurunkan nilai kelarutan.

Semakin tinggi nilai kelarutan *edible film* menurut Syarifuddin dan Yunianta (2015), maka kualitasnya semakin tinggi. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan nila 0,5-3%, nilai kelarutan terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai kelarutan 74,2884 %. Nilai kelarutan terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 3% dengan nilai kelarutan 40,0203 %.

4.3 Perbandingan Hasil Analisa Karakteristik Produk dengan Standar

Nilai perbandingan hasil analisa karakteristik produk *edible film* dengan produk komersial dan standar perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat kualitas produk di pasaran. Perbandingan hasil analisa karakteristik produk *edible film* dengan produk komersial dan standar JIS disajikan pada **Tabel 22**.

Tabel 22. Nilai Perbandingan Hasil Analisa Karakteristik Produk dengan Produk Komersial dan Standar

No	Karakteristik	Produk	Nori	Standar JIS
1.	Ketebalan (mm)	0.08	0.05	$\leq 0,25$
2.	Kuat Tarik (kgf/cm ²)	141.87	9.32	≥ 4
3.	Elongasi (%)	10.36	1.73	≥ 70
4.	T. Uap Air (mL/m ² /hari)	4.82	3.09	≤ 7
5.	Kadar Air (%)	17.26	5.32	-
6.	Kelarutan (%)	74.29	42.72	-

Nilai perbandingan hasil analisa karakteristik produk dengan produk komersial, menunjukkan bahwa hasil analisa ketebalan lebih buruk, kuat tarik lebih baik, elongasi lebih baik, transmisi uap air lebih buruk, kadar air lebih buruk dan kelarutan lebih baik. Namun, jika dibandingkan dengan hasil analisa karakteristik produk dengan standar JIS, menunjukkan bahwa hasil analisa ketebalan, kuat tarik dan transmisi uap air telah memenuhi standar *JIS (Japanese Industrial Standard)* dan untuk hasil analisa elongasi masih jauh dari nilai standar. Ketidaksesuaian hasil analisa dimungkinkan dampak dari karakteristik *edible film* yang memiliki nilai kuat tarik sangat baik (jauh melampaui batas standar), sehingga mengakibatkan rendahnya hasil analisa elongasi. Semakin tinggi nilai kuat tarik *edible film* menurut Handito (2011), akan mengakibatkan semakin rendahnya nilai elongasi.

Senyawa protein menurut Agustin (2012), mampu berikatan dengan hidrokoloid dan air sehingga membentuk matriks yang kuat. Karaginan menurut Handito (2011), merupakan senyawa hidrokoloid. Terbentuknya matriks *film* yang semakin kuat akan menyebabkan *film* semakin tidak elastis (getas). Semakin getas *film* yang terbentuk akan mengakibatkan persentase pemanjangan yang semakin menurun.

4.4 Analisa Kandungan Asam Amino dengan HPLC

Penurunan kandungan asam amino akibat proses pengolahan *edible film* dapat diketahui dengan membandingkan hasil uji asam amino produk dengan nilai asam amino pada bahan pendukung. Hasil analisa asam amino pada perlakuan

terbaik produk *edible film* dibandingkan dengan kandungan asam amino pada ikan nila disajikan pada **tabel 23**.

Tabel 23. Hasil Analisa Kandungan Asam Amino *Edible Film* dan Ikan Nila

Asam Amino	Kadar (%)	
	<i>Edible Film</i> *	Ikan Nila**
Arginin	1.21	12.23
Histidin	0.48	5.33
Isoleusin	0.89	10.52
Leusin	0.93	16.81
Lisin	1.41	20.44
Methionin	0.92	5.71
Fenilalanin	1.57	9.18
Threonin	1.08	9.29
Triptofan	0.31	-
Valin	0.78	10.50

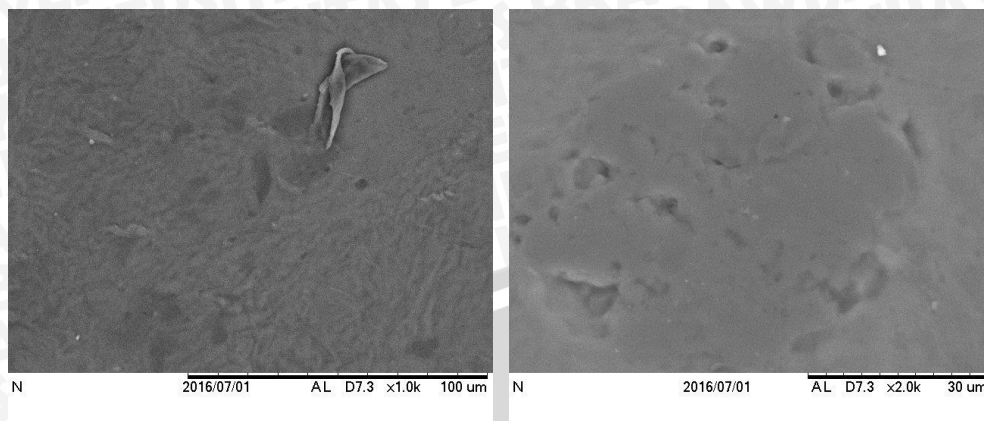
Keterangan : *) : Kadar asam amino *edible film* hasil penelitian

**) : Tasbozan *et al.* (2013)

Berdasarkan data diatas, diketahui bahwa kandungan asam amino esensial pada bahan akan berkurang setelah melewati proses pengolahan *edible film*. Proses pengolahan yang menyebabkan pengurangan kadar asam amino dimungkinkan disebabkan oleh proses pemanasan. Campuran asam-asam amino menurut Winarno (2004), merupakan penyusun protein. Protein menurut Lubis *et al.* (2012) dapat rusak oleh panas.

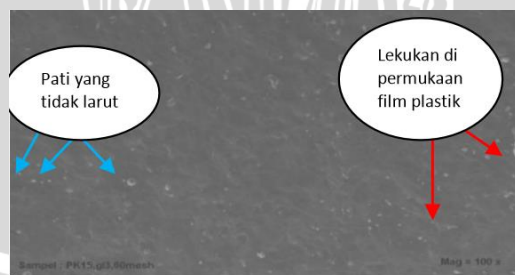
4.5 Analisa Morfologi Permukaan *Edible Film* dengan SEM

Analisa SEM (*Scanning Electron Microscope*) berfungsi untuk melihat kompatibilitas campuran bahan serta menunjukkan morfologi permukaan dari produk *edible film* pada perlakuan terbaik yakni dengan menambahkan tepung ikan nila 1 %, *Eucheuma spinosum* 1,5 % dan *Eucheuma cottonii* 0,5 % pada keseluruhan campuran bahan. Hasil analisa SEM disajikan pada **Gambar 16**.



Gambar 16. Mikrostruktur *Edible Film* Hasil Analisa SEM. (a) Perbesaran 1000x, (b) Perbesaran 2000x

Hasil analisa SEM pada permukaan *edible film*, menunjukkan bahwa keseluruhan campuran bahan dapat tercampur secara sempurna. Kesempurnaan campuran bahan, dapat diketahui dengan tidak ditemukannya patahan/retakan pada permukaan *edible film*. Beberapa pori-pori/lubang masih ditemukan pada permukaan *edible film* dengan jumlah sedikit, hal ini dapat terjadi akibat proses pencampuran bahan yang kurang sempurna yakni pada proses penggilingan/saat campuran bahan di blender. Gumpalan pada permukaan *edible film* menurut Radhiyatullah *et al.* (2015) terjadi akibat adanya bahan yang tidak larut saat proses pembuatannya. Tampilan adanya gumpalan pada permukaan *edible film* disajikan pada gambar 17.



Gambar 17. Gumpalan pada *Edible Film*

Hidrokoloid menurut Agustin (2012), memiliki gugus hidroksi yang mampu berikatan dengan protein dan air sehingga membentuk matriks yang kuat. Pada saat pemanasan, protein miofibril mengalami gelasi dan karaginan meleleh

menjadi larutan sehingga menjamin pencampuran sempurna dan pada saat dingin terbentuk matriks gel yang kuat, selain itu kemampuan karaginan mengikat air akan mengurangi keluarnya air dari matriks gel protein. Senyawa karagenan menurut Handito (2011), merupakan senyawa hidrokoloid.

Interaksi protein-karaginan menurut Agustin (2012), terjadi melalui ikatan elektrostatik yaitu muatan negatif gugus sulfat karaginan dengan muatan positif sisi samping asam amino pada permukaan miofibril protein dan pada akhirnya membentuk matriks gel protein yang kuat. Interaksi Karaginan-air terjadi melalui ikatan elektrostatik yaitu air dengan muatan negatif grup sulfat dari molekul karaginan dan melalui ikatan hidrogen yaitu air pada gugus hidroksil disepanjang rantai karaginan.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kombinasi tepung ikan nila 1 %, *Euclidean spinosum* 1,5 % dan *Euclidean cottonii* 0,5 % pada keseluruhan campuran bahan merupakan kombinasi perbandingan bahan terbaik terhadap karakteristik fisik dan kimia *edible film*.

Semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan: nilai ketebalan cenderung semakin tinggi, nilai kuat tarik mengalami penurunan dan kenaikan, nilai elongasi cenderung semakin rendah, nilai transmisi uap air cenderung semakin rendah, nilai kadar air cenderung semakin rendah dan nilai kelarutan cenderung semakin rendah.

Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan nila 0,5-3 %, menghasilkan nilai ketebalan terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai ketebalan 0,0763 mm. Nilai kuat tarik terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai kuat tarik 141,8658 kgf/cm². Nilai elongasi terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai elongasi 10,3557 %. Nilai transmisi uap air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 3% dengan nilai transmisi uap air 4.8209 mL/m²/hari. Nilai kadar air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 3% dengan nilai kadar air 17,2606 %. Nilai kelarutan terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan nila 0,5% dengan nilai kelarutan 74,2884 %.

5.2 Saran

Penepungan ikan nila, bertujuan untuk menaikkan persentase kandungan protein. Namun, kandungan karbohidrat dan abu produk masih tinggi. Sehingga perlu adanya proses lanjutan (hidrolisat), agar dihasilkan protein yang lebih murni.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdan, Rahman A. dan Ruslaini. 2013. *The Effect of Planting Distance on Growth and Carragenan Content of Seaweed (Eucheuma spinosum) using Long Line Method*. Mina Laut Indonesia, 03(12), pp.113–123.
- Agusandi, Supriadi, A. dan Lestari S.D. 2013. Pengaruh Penambahan Tinta Cumi-cumi (*Loligo sp.*) terhadap Kualitas Nutrisi dan Penerimaan Sensoris Mi Basah. Fishtech, 2(1), pp.22–37.
- Agustin, S. 2011. *Effect of Non-starch Polysaccharides on Gelatinization Properties of Breadfruit Flour*. Teknologi Pertanian, 7(1), pp.28–35.
- Agustin, Titiek I. 2012. Mutu Fisik dan Mikrostruktur Kamaboko Ikan Kurisi (*Nemipterus nematophorus*) dengan Penambahan Karaginan. JPHPI, 15(1), pp.17–26.
- Amora, S.D. dan Sukesu. 2013. Ekstraksi Senyawa Antioksidan pada Nugget Rumput Laut Merah, *Eucheuma cottonii*. Sains dan Seni Pomits, 2(2), pp.2–4.
- Amri, Khairul dan Khairuman. 2003. Budidaya Ikan Nila Secara Intensif. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Anam, Choirul., Sirojudin dan K. Sofjan Firdausi. 2007. Analisis gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. ISSN berkala fisika, 10(1), pp.79-85.
- AOAC. 2005. *Official Methods Of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. Benjamin Franklin Station, Washington.
- Astawan, M., Koswara S. dan Herdiani F. 2004. Pemanfaatan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) untuk Meningkatkan Kadar Iodium dan Serat Pangan pada Selai dan Dodol. Teknologi dan Industri Pangan, 15(1), pp.61–69.
- ASTM. 1980. *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission Rate of Materials*. ASTM Book of Standards, E-96-80.
- Burase, H., Rompas R.J. dan Ngangi E.L.A. 2013. *Proper Seaweed Culture Area Based on Water Capacity at Desa Arakan Minahasa Regency*. Budidaya Perairan, 1(1), pp.27–35.
- Devi, A.R. 2015. Pengawetan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan Daun Sirih dengan Variasi Lama Perendaman yang Berbeda. , pp.1–12.
- Dhanapal, A., Sasikala P., Lavanya L., Kavitha V., Yazhini G. dan M.S. Banu. 2012. *Edible films from Polysaccharides*. Food Science and Quality Management, 3(1), pp.9–18.
- 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*. Carbohydrate Polymers. 130, pp.198-205.

- Diharmi, A., Dedi F., Nuri A. dan Endang S.H. 2011. Karakteristik Komposisi Kimia Rumput Laut Merah (*Rhodophyceae*) *Eucheuma spinosum* yang Dibudidayakan dari Perairan Nusa Penida, Takalar, dan Sumenep. *Penelitian Berkala Perikanan Terumbuk*, 39(2), pp.61-66.
- Distantina, S., Rochmadi, M. Fahrurrozi dan Wiratni. 2010. Proses Ekstraksi Karagenan dari *Eucheuma cottonii*. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, ISSN(1411-4216), pp.4-5.
- Distantina, S., Rochmadi, Wiratni dan M. Fahrurrozi. 2012. Mekanisme Proses Tahap Ekstraksi Karagenan dari *Eucheuma cottonii* menggunakan Pelarut Alkali. *Agritech*, 32(4), pp.397-402.
- Fardhyanti, D.S. dan Julianur S.S. 2015. Karakterisasi *Edible Film* Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), pp.48-56.
- Farnani, Y.H., Cokrowati N. dan Farida N. 2013. Pengaruh Kedalaman Tanam terhadap Pertumbuhan *Eucheuma spinosum* pada Budidaya dengan Metode Rawai. *Kelautan*, 6(1), pp.75-86.
- Handito, D. 2011. Pengaruh Konsentrasi Karagenan terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film*. *Agroteksos*, 21(2-3), pp.151-157.
- Hudha, M.I., Sepdwiyantri R. dan Sari S.D. 2012. Ekstraksi Karagenan dari Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*) dengan Variasi Suhu Pelarut dan Waktu Operasi. *Teknik Kimia*, 1(1), pp.17-20.
- Kartili, S., Harsunu B.T. dan Irawan S. 2013. Pengaruh Konsentrasi *Plasticizer* Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut terhadap Sifat Fisik *Edible Film* dari Khitosan. *Teknologi*, 6(1), pp.29-38.
- Kartolani, Arief. 2012. *Gurahnya Laba Bisnis Ikan Konsumsi*. Yogyakarta: Araska.
- Kementrian Perdagangan. 2013. Rumput Laut Indonesia. Ditjen PEN/MJL, 004(9), pp.1-20.
- Khwaldia, K., C. Perez, S. Banon, S. Desobry dan J. Hardy. 2004. *Milk Proteins for Edible Films and Coatings. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), pp. 239-251.
- Kusumawati, D.H. dan Putri W.D.R. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Jagung yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam. *Pangan dan Agroindustri*, 1(1), pp.90-100.
- Litaay, C. dan Santoso J. 2013. Pengaruh Perbedaan Metode Perendaman dan Lama Perendaman terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1), pp.85-92.
- Lubis, Y.M., N.M. Erfiza, Ismaturrahmi dan Fahrizal. 2013. Pengaruh Konsentrasi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dan Jenis Tepung pada Pembuatan Mie Basah. *Rona Teknik Pertanian*, 6(1), pp.413-420.

- Lubis, Y.M., S. Rohaya dan H.A. Dewi. 2012. Pembuatan *Meuseukat* Menggunakan Tepung komposit dari Suku (*Artocarpus altilis*) dan Terigu serta Penambahan Nenas (*Ananas comosus* L.). Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia, 4(2), pp.7-14.
- Marseno, D.W., M.S. Medho dan Haryadi. 2010. Pengaruh Umur Panen Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Karagenan. Jurnal Agritech, 30(4), pp.83–89.
- Martianingsih, N dan Atmaja, L. 2010. Analisis Sifat Kimia, Fisika dan Termal Gelatin dari Ekstrak Kulit Ikan Pari (*Himantura gerradi*) Melalui Variasi Jenis Larutan Asam. Prosiding Kimia FMIPA-ITS: Surabaya.
- Murdinah. 2011. Prospek Pengembangan Produk Berbasis Rumput Laut *Eucheuma spinosum* dari Nusa Penida, Bali. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, pp.1139–1142.
- Nurhayati dan Agusman. 2011. *Edible Film* Kitosan dari Limbah Udang sebagai Pengemas Pangan Ramah Lingkungan. Squalen, 6(1), pp.38–44.
- Pang, C.J., Noerhartati E. dan Rejeki F.S. 2013. Optimasi Proses Pengolahan Mi Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). Reka Agroindustri, 1(1), pp.1–7.
- Pavia, Donald L., G. Lampman dan G.S. Kriz. 1979. *Introduction to Spectroscopy*. Saunders College Publishing: United States of America.
- Pradipta, I.M.D. dan Mawarani L.J. 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan. ISSN(1411-2213), pp.83–89.
- Prasetyo, A.E., Widhi A. dan Widayat. 2012. Potensi Gliserol dalam Pembuatan Turunan Gliserol melalui Proses Esterifikasi. Ilmu Lingkungan, 10(1), pp.26–31.
- Prasetyowati, Jasmine A.C. dan Agustiawan D. 2008. Pembuatan Tepung Karaginan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) berdasarkan Perbedaan Metode Pengendapan. Teknik Kimia, 15(2), pp.27–33.
- Pratama, R.I., I. Rostini dan E. Liviawati. 2014. Karakteristik Biskuit dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Jangilus (*Istiophorus sp.*). Akuatika, 5(1), pp. 30-39.
- Purwanti, A. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. Teknologi, 3(2), pp.99–106.
- Putri, F.S., Hasan Z. dan Haetami K. 2012. Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik pada Pelet yang Mengandung Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Perikanan dan Kelautan, 3(4), pp.283–291.

- Radhiyatullah, A., N. Indriani dan M.H.S. Ginting. 2015. Pengaruh Berat dan Volume *Plasticizer* Gliserol terhadap Karakteristik *Film* Bioplastik Pati Kentang. *Jurnal Teknik Kimia*, 4(3), pp.35-39.
- Riyanto, A., Yunilawati R. dan Nuraeni C. 2012. Isolasi Metil Sinamat dari Minyak Atsiri Laja Gowah (*Alpinia malaccensis* (Burm.f.)). *Kimia Kemasan*, 34(2), pp.237–242.
- Riyanto, B., Trilaksani W. dan Susyiana L.E. 2014. Nori Imitasi Lembaran dengan Konsep *Edible Film* Berbasis Protein Myofibrillar Ikan Nila. *JPHPI*, 17(3), pp.263–280.
- Roiyana, M., M. Izzati dan E. Prihastanti. 2012. Potensi dan Efisiensi Senyawa Hidrokoloid Nabati Sebagai Bahan Penunda Pematangan Buah. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 20(2), pp.40–50.
- Safitri, I.T. dan Purwadi. 2014. Karakteristik Sifat Fisis Fisiko-Mekanis *Edible Film* Komposit dengan Rasio Protein *Whey* dan Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) yang berbeda. *Animal Husbandry Faculty*, Brawijaya University, Malang.
- Salam, M.R.B. dan Larasati D. 2013. Pemanfaatan Material Rumput Laut Melalui Ekstraksi Karagenan untuk Desain Kemasan *Edible*. *Senirupa dan Desain*, (1), pp.1–9.
- Sanger, G. 2009. Mutu Permen Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Pacific*, 2(3), pp.374–376.
- Santoso, L. dan Nugraha Y.T. 2008. Pengendalian Penyakit Ice-ice untuk Meningkatkan Produksi Rumput Laut Indonesia. *Saintek Perikanan*, 3(2), pp.37–43.
- Saputra, E., K.H. Pramono, A.A. Abdillah dan M.A. Alamsjah. 2015. *An Edible Film Characteristic of Chitosan Made from Shrimp Waste as a Plasticizer*. *Natural Science Research*, 5(4), pp.118–125.
- Sari, T.I., Manurung H.P. dan Permadi F. 2008. Pembuatan *Edible Film* dari Kolang Kaling. *Teknik Kimia*, 15(4), pp.27–35.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 1992. *Spektroskopi Inframerah*. Liberty Yogyakarta: Yogyakarta.
- Setiani, W., Sudiarti T. dan Rahmidar L. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun Kitosan. *Valensi*, 3(2), pp.100–109.
- Setijawati, D., S. Wijana, Aulaniam I. dan I. Santoso. 2011. Viabilitas dan Struktur Mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* dengan Bahan Penyalut Karaginan Semi Murni Jenis *Eucheuma cottonii*. *Teknologi Pangan*, 2(1), pp.50–67.
- Singarimbun, M. dan S. Effendi. 1985. *Metode Penelitian Survei*. Jakarta: Media Pratama.

- Sitompul, S. 1997. Komposisi Asam-asam Amino dari Biji-bijian dan Kacang-kacangan. Lokakarya Fungsional Non Penelitian. Balai Penelitian Ternak Ciawi. Bogor.
- Sjahfirdi, L., N. Aldi, H. Maheshwari dan P. Astuti. 2015. Aplikasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan Pengamatan Pembengkakan Genital pada Spesies Primata, Lutung Jawa (*Trachypithecus Auratus*) untuk Mendeteksi Masa Subur. Jurnal Kedokteran Hewan, 9(2), pp. 156-160.
- Sobri, M. 2009. Teknologi Pengolahan Tepung Ikan Lokal Utuh melalui Penambahan Formaldehid dan Antioksidan. Bidang Ilmu Nutrisi Unggas, Draf Naska (Penelitian Berorientasi Produk (PBP)), pp.1–13.
- Standart Nasional Indonesia (SNI 01-2891-1992). Cara Uji Makanan dan Minuman. Badan Standarisasi Nasional Indonesia: Jakarta.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Liberty.
- Sudaryati, H.P., Mulyani S.T. dan Hansyah E.R. 2010. Sifat Fisik dan Mekanis *Edible Film* dari Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dan Karboksinetilselulosa. Teknologi Pertanian, 11(3), pp.196–201.
- Sujatno, A., R. Salam, Bandriyana dan A. Dimyati. 2015. Studi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. Forum Nuklir (JFN), 9(2), pp.44-50.
- Sumantadinata, Komar. 1981. Pengembangbiakan Ikan-Ikan Peliharaan di Indonesia. Yogyakarta: Sastra Husada.
- Suparmi dan Sahri A. 2009. Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut dari Aspek Industri dan Kesehatan. Sultan Agung, XLIV(118), pp.95–116.
- Suryabrata, Sumadi. 1983. Metode Penelitian. Yogyakarta: Radar Jaya Offset.
- Sutono, D. dan Pranoto Y. 2013. Ekstrak Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) sebagai *Cross Linking Agent* pada Pembentukan *Edible Film* Gelatin Kulit Ikan Nila Hitam (*Oreochromis mossambicus*). Agritech, 33(2), pp.168–175.
- Suwariyati, N.W.E., Susrusa I.K.B. dan Rantau I.K. 2014. Perbedaan Pendapatan Usaha Tani Rumput Laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* di Desa Kutuh Kecamatan Kuta Selatan. Agribisnis dan Agrowisata, 3(1), pp.22–31.
- Syarifuddin, A. dan Yuniarta. 2015. *Characterization of Edible Film from Grapefruit Albedo Pectin and Arrowroot Starch*. Pangan dan Agroindustri, 3(4), pp.1538–1547.
- Tasbozan, O., F. Ozcan, C. Erbas, E. Undag, A.A. Atici dan A. Adakli. 2013. *Determination of Proximate and Amino Acid Composition of Five Different Tilapia Species from the Cukurova Region (Turkey)*. Journal of Applied Biological Sciences, 7(3), pp.17–22.

Tim Perikanan WWF Indonesia. 2014. Budidaya rumput laut. *Sustainable Seafood*, ISBN(978-879-1461-36-8), pp.1–28.

Walangare, K.B.A., A.S.M. Lumenta, J.O. Wuwung dan B.A. Sugiarto. 2013. Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut menjadi Air Minum dengan Proses Destilasi Sederhana menggunakan Pemanas Elektrik. *Teknik Elektro dan Komputer*, pp.1–11.

Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Yulianti, R. dan Ginting E. 2012. Perbedaan Karakteristik Fisik *Edible Film* dari Umbi-umbian yang Dibuat dengan Penambahan *Plasticizer*. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 31(2), pp.131–136.

Yurida, M., Afriani E. dan Arita, R.S. 2013. Pengaruh Kandungan CaO dari Jenis Adsorben Semen terhadap Kemurnian Gliserol. *Teknik Kimia*, 19(2), pp.33–42.

Zulferiyenny, Marniza dan Sari E.N. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Tapioka terhadap Karakteristik *Biodegradable Film* Berbasis Ampas Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, 19(3), pp.257–273.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Pembuatan Tahap Awal Sol Rumput Laut Kering

Rumput laut yang baru dipanen dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan pasir, lumut dan kotoran lain



Rumput laut yang sudah bersih dikeringkan menggunakan sinar matahari



Rumput laut yang sudah kering direndam dalam aquades selama 8-24 jam



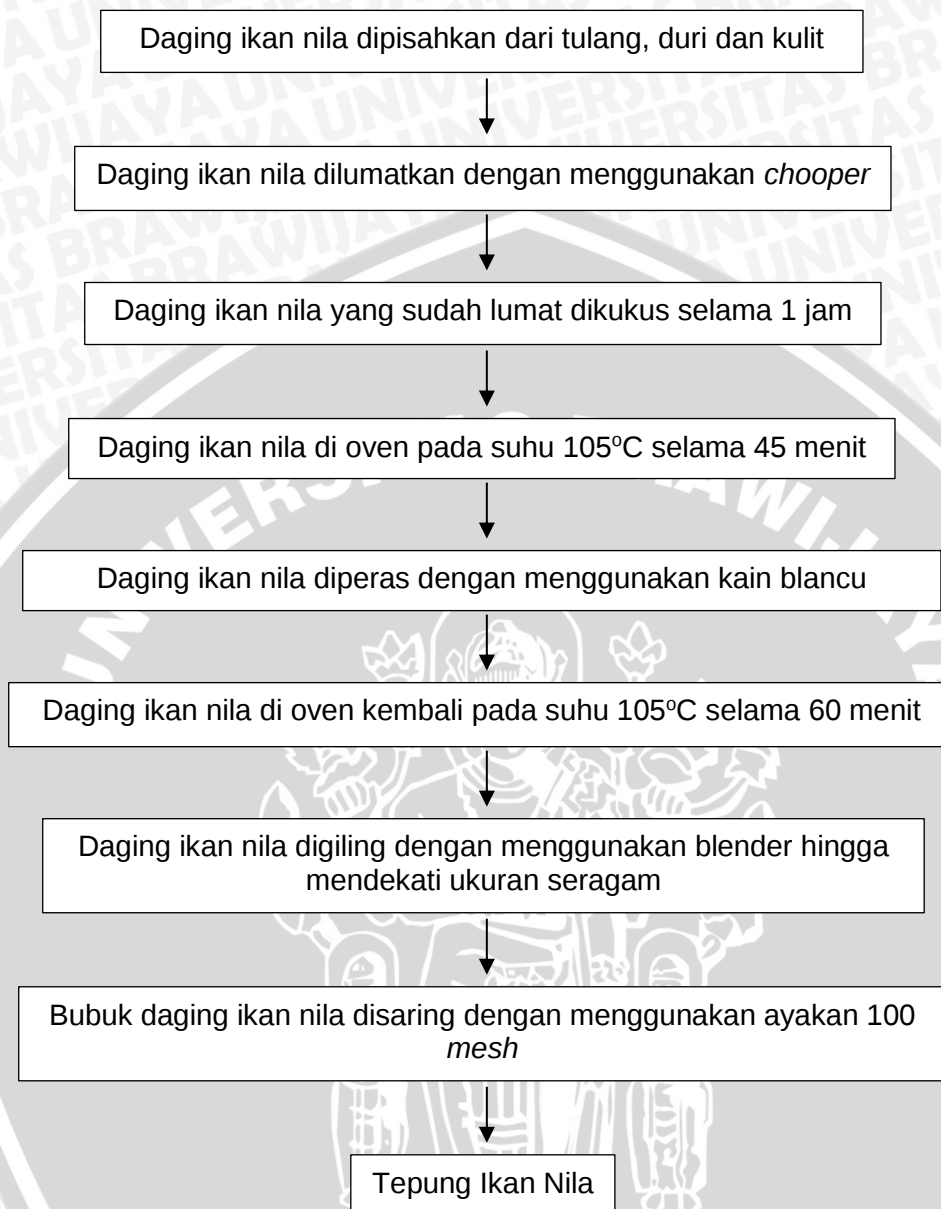
Dihasilkan tekstur rumput laut yang dapat dipatahkan dengan jari



Sol rumput laut

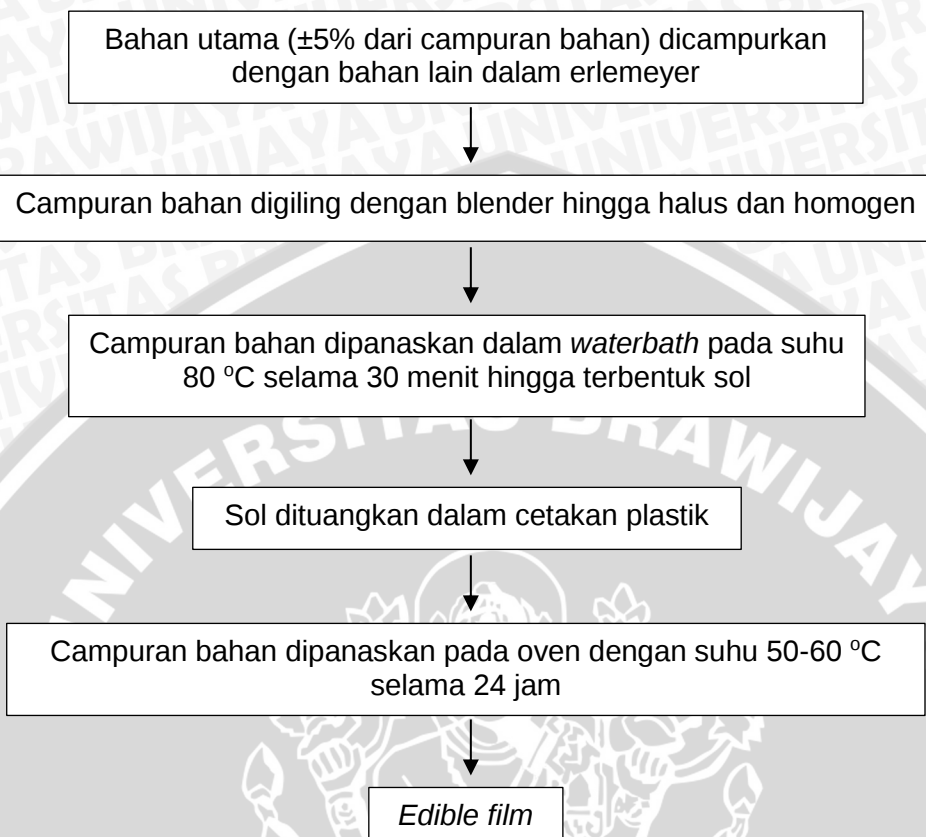
Sumber: (Lubis *et al.*, 2013)



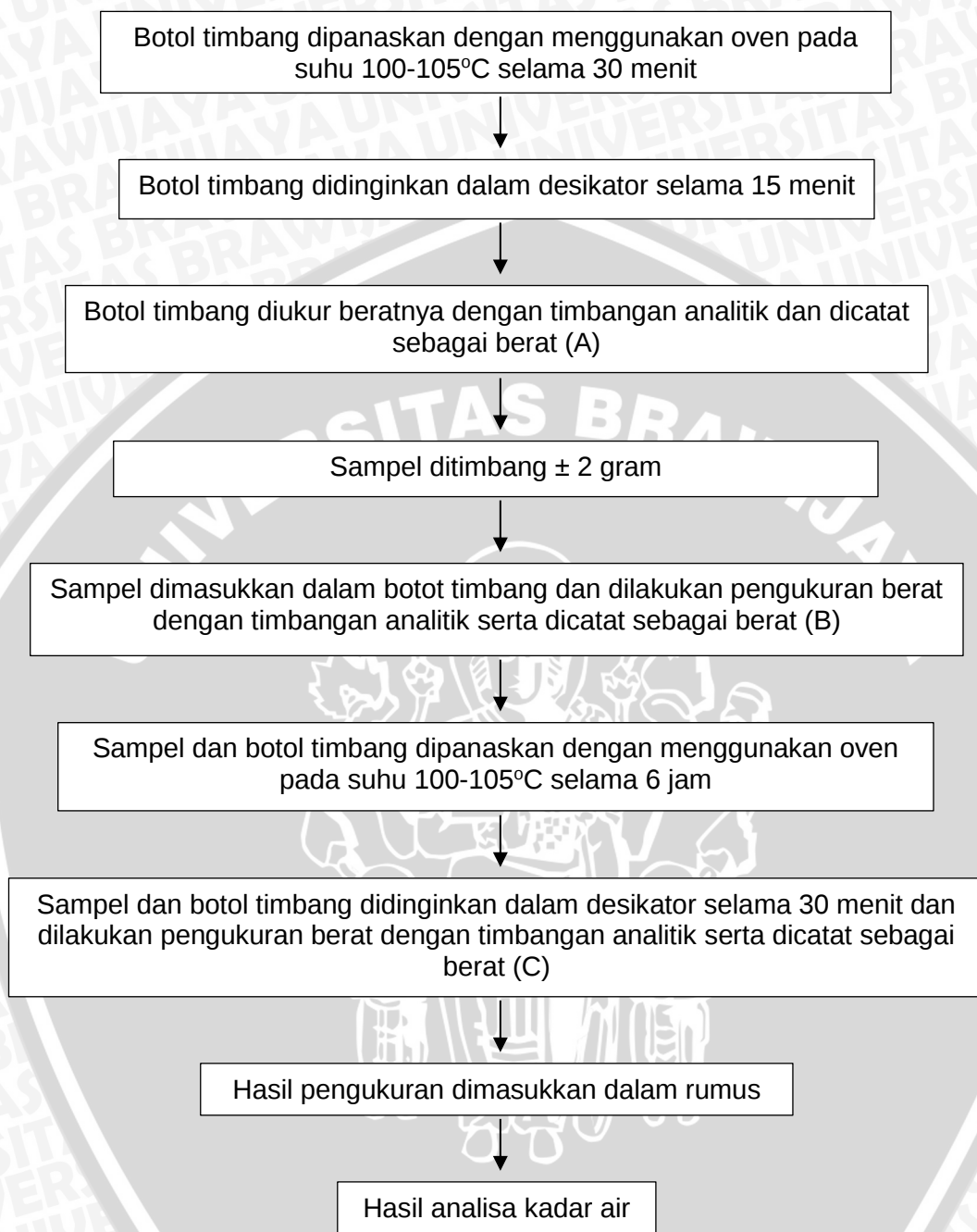
Lampiran 2. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ikan Nila

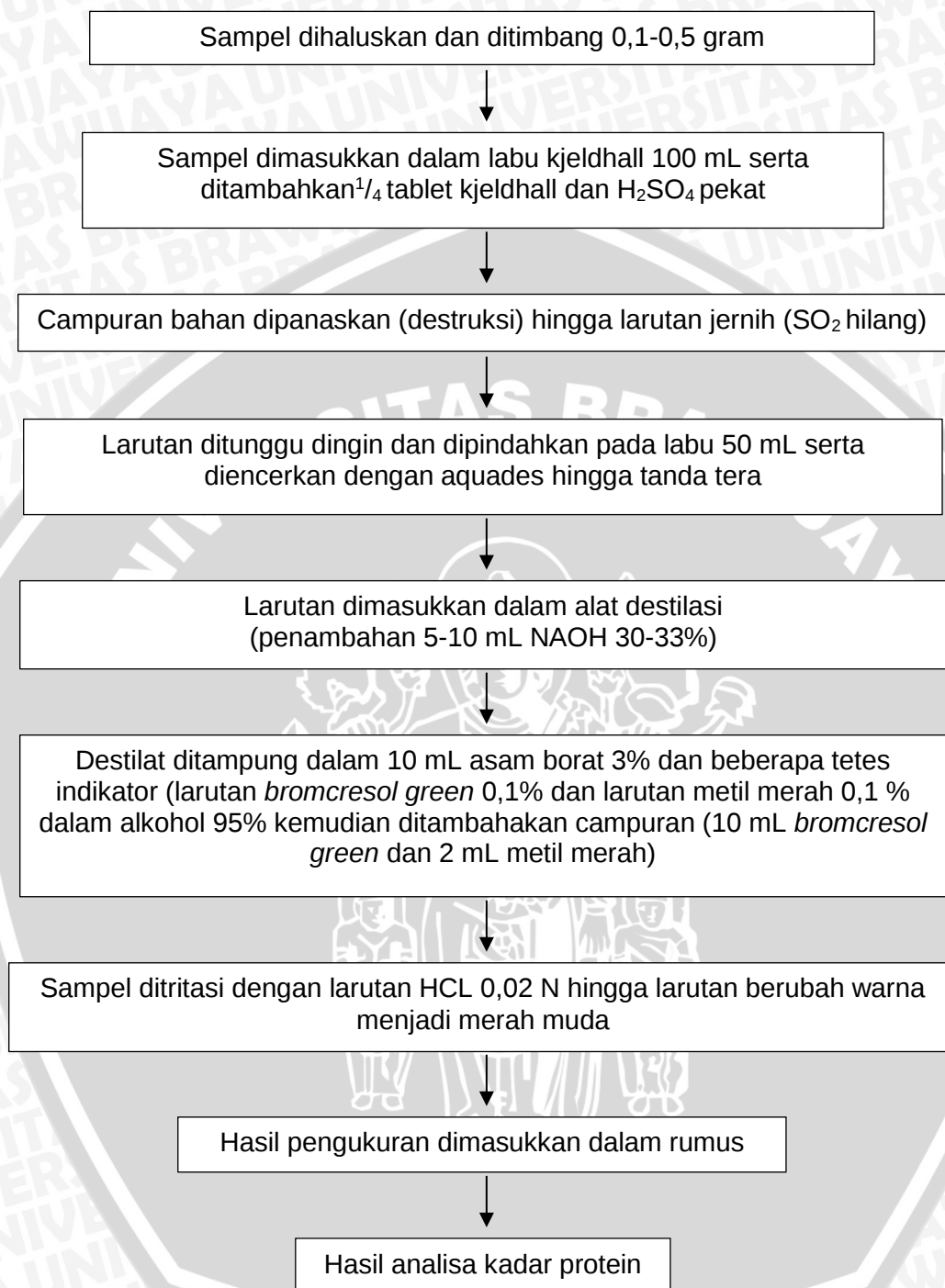
Sumber: (Pang *et al.*, 2013)

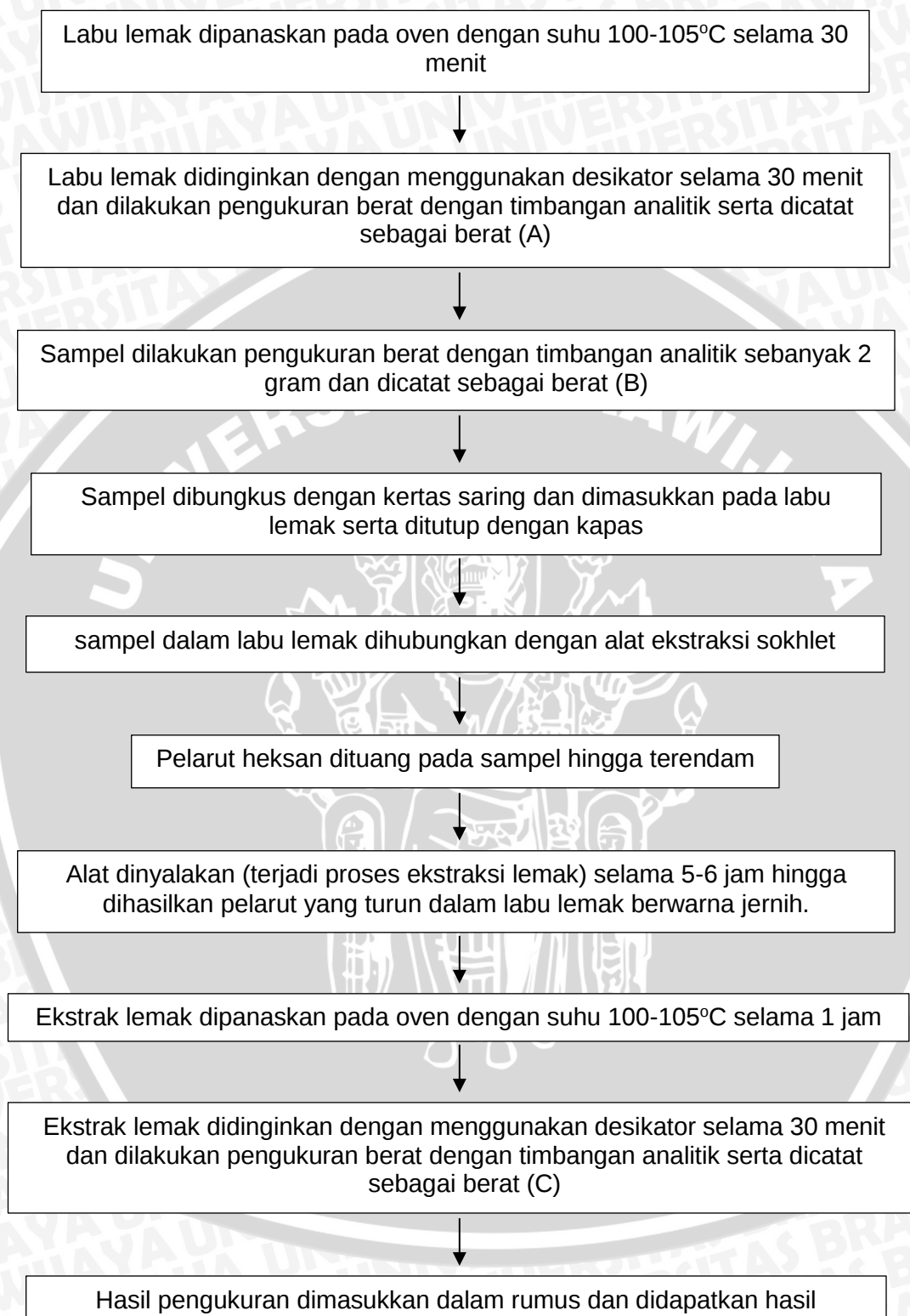
Lampiran 3. Diagram Alir Pembuatan *Edible Film* Berbahan Campuran *Eucheuma cottoni*, *Eucheuma spinosum* dan Tepung Ikan Nila

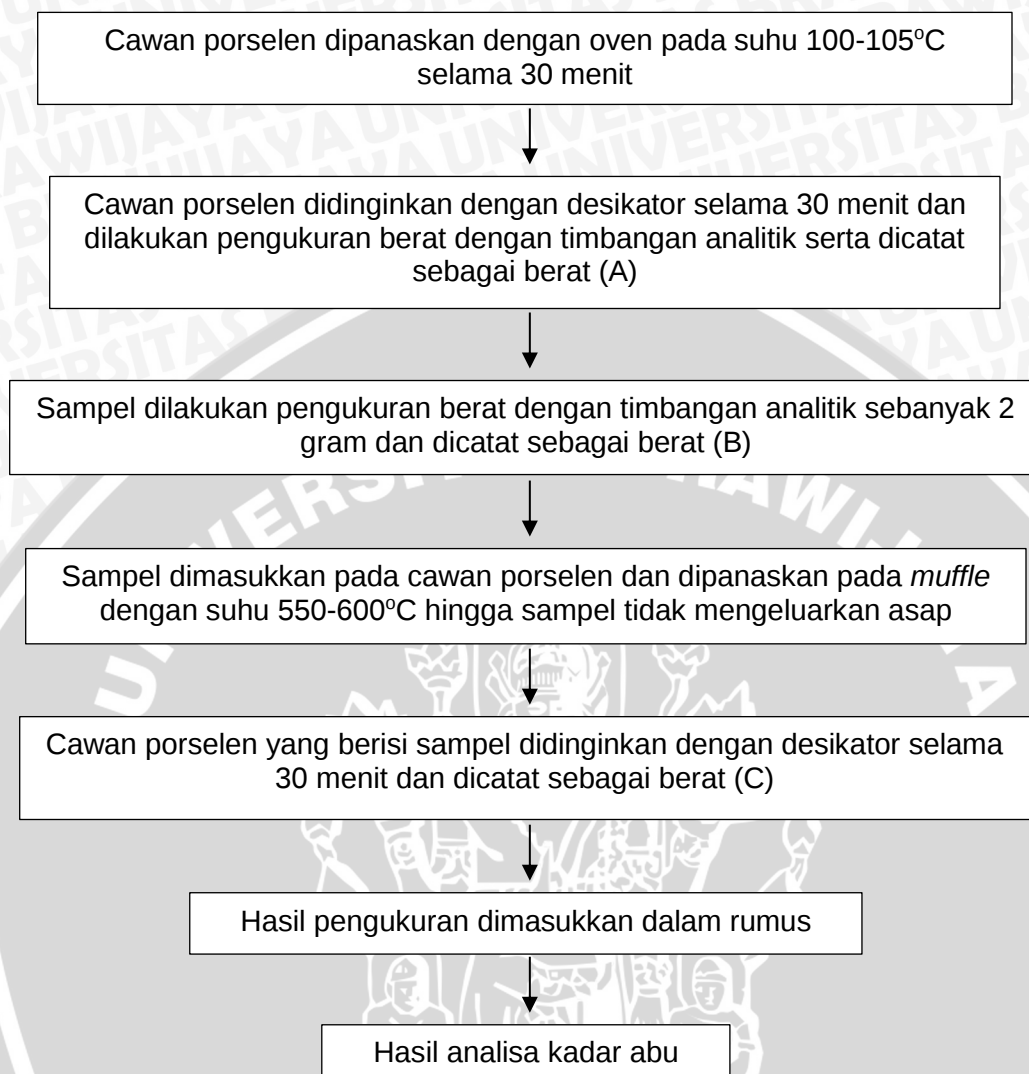


Sumber: (Sari et al., 2008)

Lampiran 4. Prosedur Analisa Pengujian Kadar Air (Nielsen, 2010)

Lampiran 5. Prosedur Analisa Pengujian Protein (AOAC, 2005)

Lampiran 6. Prosedur Analisa Pengujian Kadar Lemak (AOAC, 2005)

Lampiran 7. Prosedur Analisa Pengujian Kadar Abu (AOAC, 2005)

Lampiran 8. Prosedur Analisa Pengujian Kadar Karbohidrat (Winarno, 2004)

Hasil perhitungan analisa kadar air, kadar lemak, kadar abu dan kadar protein



Hasil dimasukkan dalam rumus



Hasil analisa kadar karbohidrat



Lampiran 9. Prosedur Pengujian Ketebalan (Syarifuddin dan Yuniarta., 2015)

Sampel diukur ketebalannya dengan menggunakan micrometer digital pada ketelitian 0,01 um dengan perlakuan 3 titik berbeda

Hasil pengukuran dimasukkan dalam rumus

Hasil analisa ketebalan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 10. Prosedur Analisa Pengujian Kuat Tarik dan Elongasi (Setiani et al., 2013)

Sampel dijepit pada kedua ujungnya dengan alat uji tensil dan dilakukan pengukuran ketebalan dan panjang awal sampel

Sampel ditarik dengan kecepatan 100 mm/menit hingga putus dan dicatat waktu dan panjang akhir saat putus

Hasil pengukuran dimasukkan dalam rumus

Hasil analisa kuat tarik



Lampiran 11. Prosedur Analisa Pengujian Transmisi Uap Air (ASTM E96)

Sampel dipotong sesuai luas mulut botol *film*



Sampel direkatkan pada permukaan mulut botol *film* yang telah diisi $\frac{1}{4}$ bagian dalamnya dengan aquades dan dilakukan pengukuran berat menggunakan timbangan digital serta dicatat sebagai berat awal



Rangkaian sampel dan botol *film* diletakkan pada desikator selama 24 jam dan dilakukan pengukuran berat menggunakan timbangan digital serta dicatat sebagai berat akhir



Hasil pengukuran dimasukkan dalam



Hasil analisa transmisi uap air



Lampiran 12. Prosedur Analisa Pengujian Kelarutan (Dick et al., 2015)

Sampel kering hasil uji kadar air dilakukan pengukuran berat menggunakan timbangan digital serta dicatat sebagai berat awal (W_i)

Sampel dicelupkan kedalam 30 mL aquades pada suhu 25°C selama 24 jam

Sampel dihomogenkan dengan menggunakan *centrifuge* pada kecepatan 150 rpm selama 10 menit

Sampel disaring dengan menggunakan kertas saring

Residu dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C selama 10 menit dan dilakukan pengukuran berat menggunakan timbangan digital serta dicatat sebagai berat akhir (W_f)

Hasil pengukuran dimasukkan dalam rumus

Hasil analisa kelarutan

Lampiran 13. Data Analisa Perhitungan Ketebalan

Hasil Analisa Ketebalan (mm)

Sampel	Ulangan Ke-				Rata-Rata
	1	2	3	4	
Tepung ikan 0,5 gram	0.0528	0.0514	0.0910	0.1100	0.0763
Tepung ikan 1 gram	0.1005	0.0768	0.0823	0.0563	0.0790
Tepung ikan 1,5 gram	0.1100	0.0843	0.2047	0.1140	0.1282
Tepung ikan 2 gram	0.1303	0.1557	0.0935	0.1923	0.1430
Tepung ikan 2,5 gram	0.1148	0.1123	0.1303	0.1587	0.1290
Tepung ikan 3 gram	0.1690	0.1487	0.1310	0.1283	0.1443
Nilai analisa ketebalan maksimal <i>edible film</i> berdasarkan standard JIS (<i>Japanese Industrial Standard</i>) adalah 0,25 mm					

Descriptives						
Jenis Perlakuan			Statistic	Std. Error		
HasilAnalisaKetebalanEdibleFilm pada Satuan(mm)	PenambahanTepung Ikan Nilai 0,5Gram	Mean	.076300	.0145030		
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound .030145 Upper Bound .122455			
		5% Trimmed Mean	.075811			
		Median	.071900			
		Variance	.001			
		Std. Deviation	.0290060			
		Minimum	.0514			
		Maximum	.1100			
		Range	.0586			
		Interquartile Range	.0535			
		Skewness	.356	1.014		
		Kurtosis	-3.960	2.619		
	PenambahanTepung Ikan Nilai 1Gram	Mean	.078975	.0090979		
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound .050021 Upper Bound .107929			
		5% Trimmed Mean	.079039			
		Median	.079550			
		Variance	.000			
		Std. Deviation	.0181959			
		Minimum	.0563			
		Maximum	.1005			
		Range	.0442			
		Interquartile Range	.0345			
		Skewness	-.184	1.014		
		Kurtosis	1.071	2.619		
	PenambahanTepung Ikan Nilai 1,5Gram	Mean	.128250	.0263191		
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound .044491 Upper Bound .212009			
		5% Trimmed Mean	.126444			
		Median	.112000			
		Variance	.003			
		Std. Deviation	.0526382			
		Minimum	.0843			
		Maximum	.2047			
		Range	.1204			
		Interquartile Range	.0913			
		Skewness	1.613	1.014		
		Kurtosis	3.018	2.619		

PenambahanTepunglkanNilai2Gram	Mean		.142950	.0208233
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.076681	
		Upper Bound	.209219	
	5% Trimmed Mean		.142956	
	Median		.143000	
	Variance		.002	
	Std. Deviation		.0416466	
	Minimum		.0935	
	Maximum		.1923	
	Range		.0988	
	Interquartile Range		.0805	
	Skewness		-.006	1.014
	Kurtosis		-.245	2.619
PenambahanTepunglkanNilai2,5Gram	Mean		.129025	.0106627
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.095092	
		Upper Bound	.162958	
	5% Trimmed Mean		.128306	
	Median		.122550	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0213253	
	Minimum		.1123	
	Maximum		.1587	
	Range		.0464	
	Interquartile Range		.0387	
	Skewness		1.277	1.014
	Kurtosis		.920	2.619
PenambahanTepunglkanNilai3Gram	Mean		.144250	.0094089
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.114307	
		Upper Bound	.174193	
	5% Trimmed Mean		.143761	
	Median		.139850	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.0188178	
	Minimum		.1283	
	Maximum		.1690	
	Range		.0407	
	Interquartile Range		.0350	
	Skewness		.887	1.014
	Kurtosis		-.975	2.619

Tests of Normality			
Jenis Perlakuan		Shapiro-Wilk ^a	
		df	Sig.
HasilAnalisaKetebalanEdibleFilmpadaSatuan(mm)	PenambahanTepunglkanNilai0,5Gram	4	.265
	PenambahanTepunglkanNilai1Gram	4	.935
	PenambahanTepunglkanNilai1,5Gram	4	.187
	PenambahanTepunglkanNilai2Gram	4	.999
	PenambahanTepunglkanNilai2,5Gram	4	.301
	PenambahanTepunglkanNilai3Gram	4	.430

Test of Homogeneity of Variances				
HasilAnalisaKetebalanEdibleFilmpadaSatuan(mm)				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
1.548	5	18	.225	

ANOVA					
Hasil Analisa Ketebalan <i>Edible Film</i> pada Satuan (mm)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.019	5	.004	3.544	.021
Within Groups	.019	18	.001		
Total	.039	23			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Hasil Analisa Ketebalan <i>Edible Film</i> pada Satuan (mm)						
Tukey HSD						
(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
JenisPerlakuan	JenisPerlakuan				Lower Bound	Upper Bound
PenambahanTe punglkanNila0, 5Gram	PenambahanTe punglkanNila1G ram	-.0026750	.0232 496	1.000	-.076563	.071213
	PenambahanTe punglkanNila1, 5Gram	-.0519500	.0232 496	.270	-.125838	.021938
	PenambahanTe punglkanNila2G ram	-.0666500	.0232 496	.091	-.140538	.007238
	PenambahanTe punglkanNila2, 5Gram	-.0527250	.0232 496	.257	-.126613	.021163
	PenambahanTe punglkanNila3G ram	-.0679500	.0232 496	.082	-.141838	.005938
PenambahanTe punglkanNila1G ram	PenambahanTe punglkanNila0, 5Gram	.0026750	.0232 496	1.000	-.071213	.076563
	PenambahanTe punglkanNila1, 5Gram	-.0492750	.0232 496	.321	-.123163	.024613
	PenambahanTe punglkanNila2G ram	-.0639750	.0232 496	.113	-.137863	.009913
	PenambahanTe punglkanNila2, 5Gram	-.0500500	.0232 496	.306	-.123938	.023838
	PenambahanTe punglkanNila3G ram	-.0652750	.0232 496	.102	-.139163	.008613
PenambahanTe punglkanNila1, 5Gram	PenambahanTe punglkanNila0, 5Gram	.0519500	.0232 496	.270	-.021938	.125838
	PenambahanTe punglkanNila1G ram	.0492750	.0232 496	.321	-.024613	.123163
	PenambahanTe punglkanNila2G ram	-.0147000	.0232 496	.987	-.088588	.059188
	PenambahanTe punglkanNila2, 5Gram	-.0007750	.0232 496	1.000	-.074663	.073113
	PenambahanTe punglkanNila3G ram	-.0160000	.0232 496	.981	-.089888	.057888
PenambahanTe punglkanNila2G ram	PenambahanTe punglkanNila0, 5Gram	.0666500	.0232 496	.091	-.007238	.140538

	PenambahanTe punglkanNil1G ram	.0639750	.0232 496	.113	-.009913	.137863
	PenambahanTe punglkanNil1, 5Gram	.0147000	.0232 496	.987	-.059188	.088588
	PenambahanTe punglkanNil2, 5Gram	.0139250	.0232 496	.990	-.059963	.087813
	PenambahanTe punglkanNil3G ram	-.0013000	.0232 496	1.000	-.075188	.072588
PenambahanTe punglkanNil2, 5Gram	PenambahanTe punglkanNil0, 5Gram	.0527250	.0232 496	.257	-.021163	.126613
	PenambahanTe punglkanNil1G ram	.0500500	.0232 496	.306	-.023838	.123938
	PenambahanTe punglkanNil1, 5Gram	.0007750	.0232 496	1.000	-.073113	.074663
	PenambahanTe punglkanNil2G ram	-.0139250	.0232 496	.990	-.087813	.059963
	PenambahanTe punglkanNil3G ram	-.0152250	.0232 496	.985	-.089113	.058663
PenambahanTe punglkanNil3G ram	PenambahanTe punglkanNil0, 5Gram	.0679500	.0232 496	.082	-.005938	.141838
	PenambahanTe punglkanNil1G ram	.0652750	.0232 496	.102	-.008613	.139163
	PenambahanTe punglkanNil1, 5Gram	.0160000	.0232 496	.981	-.057888	.089888
	PenambahanTe punglkanNil2G ram	.0013000	.0232 496	1.000	-.072588	.075188
	PenambahanTe punglkanNil2, 5Gram	.0152250	.0232 496	.985	-.058663	.089113

Hasil Analisa Ketebalan *Edible Film* pada Satuan (mm)

Tukey HSD^a

Jenis Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
PenambahanTepunglkanNil0,5Gram	4	.076300
PenambahanTepunglkanNil1Gram	4	.078975
PenambahanTepunglkanNil1,5Gram	4	.128250
PenambahanTepunglkanNil2,5Gram	4	.129025
PenambahanTepunglkanNil2Gram	4	.142950
PenambahanTepunglkanNil3Gram	4	.144250
Sig.		.082

Lampiran 14. Data Analisa Perhitungan Kuat Tarik

Hasil Analisa Kuat Tarik (kgf/cm²)

Sampel	Ulangan Ke-				Rata-Rata
	1	2	3	4	
Tepung ikan 0,5 gram	143.688	141.345	140.968	141.463	141.866
Tepung ikan 1 gram	124.152	125.286	124.945	124.177	124.640
Tepung ikan 1,5 gram	71.010	70.643	71.845	71.380	71.220
Tepung ikan 2 gram	91.071	90.530	90.488	88.435	90.131
Tepung ikan 2,5 gram	94.360	95.860	94.983	94.860	95.016
Tepung ikan 3 gram	95.214	96.851	96.056	95.668	95.947

Nilai analisa kuat tarik minimal *edible film* berdasarkan standard JIS (*Japanese Industrial Standard*) adalah 4 kgf/cm²

Descriptives					
Jenis Perlakuan			Statistic	Std. Error	
HasilAnalisaKuatTarikEdibleFilm padaSatuan(kgf/cm2)	Penambahan TepungIkanNilai0,5Gram	Mean		141.865850	.6164212
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	139.904123	
			Upper Bound	143.827577	
		5% Trimmed Mean		141.814517	
		Median		141.403850	
		Variance		1.520	
		Std. Deviation		1.2328424	
		Minimum		140.9679	
		Maximum		143.6878	
		Range		2.7199	
		Interquartile Range		2.0695	
		Skewness		1.821	1.014
		Kurtosis		3.482	2.619
	Penambahan TepungIkanNilai1Gram	Mean		124.639750	.2833769
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	123.737918	
			Upper Bound	125.541582	
		5% Trimmed Mean		124.630956	
		Median		124.560600	
		Variance		.321	
		Std. Deviation		.5667538	
		Minimum		124.1516	
		Maximum		125.2862	
		Range		1.1346	
		Interquartile Range		1.0429	
		Skewness		.303	1.014
		Kurtosis		-4.258	2.619
	Penambahan TepungIkanNilai1,5Gram	Mean		71.219475	.2573303
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	70.400535	
			Upper Bound	72.038415	
		5% Trimmed Mean		71.216756	
		Median		71.195000	
		Variance		.265	
		Std. Deviation		.5146606	
Minimum			70.6425		
Maximum			71.8454		
Range			1.2029		
Interquartile Range			.9949		
Skewness			.235	1.014	
Kurtosis			-.818	2.619	
Penambahan TepungIkanNilai2Gram	Mean		90.130925	.5807786	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	88.282628		
		Upper Bound	91.979222		

	5% Trimmed Mean		90.172961	
	Median		90.509250	
	Variance		1.349	
	Std. Deviation		1.1615571	
	Minimum		88.4346	
	Maximum		91.0706	
	Range		2.6360	
	Interquartile Range		1.9875	
	Skewness		-1.677	1.014
	Kurtosis		3.166	2.619
Penambahan TepunglkanNilai2,5Gram	Mean		95.015600	.3118741
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	94.023077	
		Upper Bound	96.008123	
	5% Trimmed Mean		95.005106	
	Median		94.921150	
	Variance		.389	
	Std. Deviation		.6237483	
	Minimum		94.3604	
	Maximum		95.8597	
	Range		1.4993	
	Interquartile Range		1.1552	
	Skewness		.869	1.014
	Kurtosis		1.751	2.619
Penambahan TepunglkanNilai3Gram	Mean		95.947250	.3467745
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	94.843659	
		Upper Bound	97.050841	
	5% Trimmed Mean		95.937800	
	Median		95.862200	
	Variance		.481	
	Std. Deviation		.6935491	
	Minimum		95.2141	
	Maximum		96.8505	
	Range		1.6364	
	Interquartile Range		1.3242	
	Skewness		.644	1.014
	Kurtosis		.341	2.619

Tests of Normality			
Jenis Perlakuan		Shapiro-Wilk ^a	
		df	Sig.
HasilAnalisaKuatTarikEdibleFilmpadaSatuan(kgf/cm2)	PenambahanTepunglkanNilai0,5Gram	4	.074
	PenambahanTepunglkanNilai1Gram	4	.242
	PenambahanTepunglkanNilai1,5Gram	4	.973
	PenambahanTepunglkanNilai2Gram	4	.137
	PenambahanTepunglkanNilai2,5Gram	4	.692
	PenambahanTepunglkanNilai3Gram	4	.902

Test of Homogeneity of Variances			
Hasil Analisa Kuat Tarik <i>Edible Film</i> pada Satuan (kgf/cm ²)			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.050	5	18	.419

ANOVA					
Hasil Analisa Kuat Tarik <i>Edible Film</i> pada Satuan (kgf/cm ²)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13071.312	5	2614.262	3626.494	.000
Within Groups	12.976	18	.721		
Total	13084.288	23			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Hasil Analisa Kuat Tarik <i>Edible Film</i> pada Satuan (kgf/cm ²)						
Tukey HSD						
(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
JenisPerlakuan	JenisPerlakuan				Lower Bound	Upper Bound
PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	PenambahanTe pungenNil1G ram	17.2261000*	.6003661	.000	15.318116	19.134084
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	70.6463750*	.6003661	.000	68.738391	72.554359
	PenambahanTe pungenNil2G ram	51.7349250*	.6003661	.000	49.826941	53.642909
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	46.8502500*	.6003661	.000	44.942266	48.758234
	PenambahanTe pungenNil3G ram	45.9186000*	.6003661	.000	44.010616	47.826584
PenambahanTe pungenNil1G ram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	-17.2261000*	.6003661	.000	-19.134084	-15.318116
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	53.4202750*	.6003661	.000	51.512291	55.328259
	PenambahanTe pungenNil2G ram	34.5088250*	.6003661	.000	32.600841	36.416809
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	29.6241500*	.6003661	.000	27.716166	31.532134
	PenambahanTe pungenNil3G ram	28.6925000*	.6003661	.000	26.784516	30.600484
PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	-70.6463750*	.6003661	.000	-72.554359	-68.738391
	PenambahanTe pungenNil1G ram	-53.4202750*	.6003661	.000	-55.328259	-51.512291
	PenambahanTe pungenNil2G ram	-18.9114500*	.6003661	.000	-20.819434	-17.003466
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	-23.7961250*	.6003661	.000	-25.704109	-21.888141
	PenambahanTe pungenNil3G ram	-24.7277750*	.6003661	.000	-26.635759	-22.819791
PenambahanTe pungenNil2G ram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	-51.7349250*	.6003661	.000	-53.642909	-49.826941
	PenambahanTe pungenNil1G ram	-34.5088250*	.6003661	.000	-36.416809	-32.600841
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	18.9114500*	.6003661	.000	17.003466	20.819434
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	-4.8846750*	.6003661	.000	-6.792659	-2.976691

	PenambahanTe punglkanNilam	3G	-5.8163250*	.6003661	.000	-7.724309	-3.908341
PenambahanTe punglkanNilam	PenambahanTe punglkanNilam	0,5Gram	-46.8502500*	.6003661	.000	-48.758234	-44.942266
	PenambahanTe punglkanNilam	1G	-29.6241500*	.6003661	.000	-31.532134	-27.716166
	PenambahanTe punglkanNilam	1,5Gram	23.7961250*	.6003661	.000	21.888141	25.704109
	PenambahanTe punglkanNilam	2G	4.8846750*	.6003661	.000	2.976691	6.792659
	PenambahanTe punglkanNilam	3G	-.9316500	.6003661	.638	-2.839634	.976334
PenambahanTe punglkanNilam	PenambahanTe punglkanNilam	0,5Gram	-45.9186000*	.6003661	.000	-47.826584	-44.010616
	PenambahanTe punglkanNilam	1G	-28.6925000*	.6003661	.000	-30.600484	-26.784516
	PenambahanTe punglkanNilam	1,5Gram	24.7277750*	.6003661	.000	22.819791	26.635759
	PenambahanTe punglkanNilam	2G	5.8163250*	.6003661	.000	3.908341	7.724309
	PenambahanTe punglkanNilam	2,5Gram	.9316500	.6003661	.638	-.976334	2.839634

Hasil Analisa Kuat Tarik Edible Film pada Satuan (kg/cm ²)						
Tukey HSD ^a						
Jenis Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Penambahan TepunglkanNilam	4	71.219475				
Penambahan TepunglkanNilam	4		90.1309			
Penambahan TepunglkanNilam	4			95.0156		
Penambahan TepunglkanNilam	4			95.9472		
Penambahan TepunglkanNilam	4				124.6397	
Penambahan TepunglkanNilam	4					141.8659
Sig.		1.000	1.000	.638	1.000	1.000

Lampiran 15. Data Analisa Perhitungan Elongasi

Hasil Analisa Elongasi

Sampel	Ulangan Ke-				Rata-Rata
	1	2	3	4	
Tepung ikan 0,5 gram	10.2679	7.5556	13.7778	9.8214	10.3557
Tepung ikan 1 gram	10.7143	7.8603	6.7556	11.0132	9.0858
Tepung ikan 1,5 gram	8.9286	5.7778	13.3333	6.1947	8.5586
Tepung ikan 2 gram	5.3571	10.7623	1.8018	10.7143	7.1589
Tepung ikan 2,5 gram	2.6549	6.2780	3.9301	6.6964	4.8899
Tepung ikan 3 gram	4.8673	3.0973	2.6432	4.0179	3.6564
Nilai analisa elongasi minimal <i>edible film</i> berdasarkan standard JIS (<i>Japanese Industrial Standard</i>) adalah 70 %					

Descriptives					
		Jenis Perlakuan		Statistic	Std. Error
HasilAnalisaElongasiEdibleFilm padaSatuan(%)	PenambahanTepungIkanNilai0,5Gram	Mean		10.355675	1.2859664
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6.263156	
			Upper Bound	14.448194	
		5% Trimmed Mean		10.321117	
		Median		10.044650	
		Variance		6.615	
		Std. Deviation		2.5719327	
		Minimum		7.5556	
		Maximum		13.7778	
		Range		6.2222	
		Interquartile Range		4.7783	
		Skewness		.704	1.014
		Kurtosis		1.637	2.619
	PenambahanTepungIkanNilai1Gram	Mean		9.085850	1.0527173
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5.735634	
			Upper Bound	12.436066	
		5% Trimmed Mean		9.108233	
		Median		9.287300	
		Variance		4.433	
		Std. Deviation		2.1054347	
		Minimum		6.7556	
		Maximum		11.0132	
		Range		4.2576	
		Interquartile Range		3.9067	
		Skewness		-.215	1.014
		Kurtosis		-4.582	2.619
	PenambahanTepungIkanNilai1,5Gram	Mean		8.558600	1.7381871
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.026913	
			Upper Bound	14.090287	
		5% Trimmed Mean		8.447828	
		Median		7.561650	
		Variance		12.085	
		Std. Deviation		3.4763742	
		Minimum		5.7778	
		Maximum		13.3333	
		Range		7.5555	
		Interquartile Range		6.3501	
		Skewness		1.177	1.014
		Kurtosis		.440	2.619
	PenambahanTepungIkanNilai2Gram	Mean		7.158875	2.1903265
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.188278	
			Upper Bound	14.129472	

	5% Trimmed Mean		7.256300	
	Median		8.035700	
	Variance		19.190	
	Std. Deviation		4.3806531	
	Minimum		1.8018	
	Maximum		10.7623	
	Range		8.9605	
	Interquartile Range		8.0597	
	Skewness		-.538	1.014
	Kurtosis		-2.977	2.619
PenambahanTepunglkanNilas2,5Gram	Mean		4.889850	.9620596
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.828147	
		Upper Bound	7.951553	
	5% Trimmed Mean		4.913650	
	Median		5.104050	
	Variance		3.702	
	Std. Deviation		1.9241193	
	Minimum		2.6549	
	Maximum		6.6964	
	Range		4.0415	
	Interquartile Range		3.6181	
	Skewness		-.325	1.014
	Kurtosis		-3.733	2.619
PenambahanTepunglkanNilas3Gram	Mean		3.656425	.4946487
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.082232	
		Upper Bound	5.230618	
	5% Trimmed Mean		3.645444	
	Median		3.557600	
	Variance		.979	
	Std. Deviation		.9892974	
	Minimum		2.6432	
	Maximum		4.8673	
	Range		2.2241	
	Interquartile Range		1.8982	
	Skewness		.418	1.014
	Kurtosis		-1.952	2.619

Tests of Normality			
JenisPerlakuan		Shapiro-Wilk ^a	
		df	Sig.
HasilAnalisaElongasiEdibleFilm pada Satuan (%)	PenambahanTepunglkanNilas0,5Gram	4	.740
	PenambahanTepunglkanNilas1Gram	4	.296
	PenambahanTepunglkanNilas1,5Gram	4	.337
	PenambahanTepunglkanNilas2Gram	4	.272
	PenambahanTepunglkanNilas2,5Gram	4	.450
	PenambahanTepunglkanNilas3Gram	4	.799

Test of Homogeneity of Variances				
Hasil Analisa Elongasi <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
2.517	5	18	.068	

ANOVA					
Hasil Analisa Elongasi <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	132.853	5	26.571	3.392	.025
Within Groups	141.012	18	7.834		
Total	273.865	23			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Hasil Analisa Elongasi <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)						
Tukey HSD						
(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
JenisPerlakuan	JenisPerlakuan				Lower Bound	Upper Bound
PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	PenambahanTe pungenNil1G ram	1.2698250	1.9791399	.986	-5.019951	7.559601
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	1.7970750	1.9791399	.939	-4.492701	8.086851
	PenambahanTe pungenNil2G ram	3.1968000	1.9791399	.600	-3.092976	9.486576
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	5.4658250	1.9791399	.111	-.823951	11.755601
	PenambahanTe pungenNil3G ram	6.6992500 *	1.9791399	.033	.409474	12.989026
PenambahanTe pungenNil1G ram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	1.2698250	1.9791399	.986	-7.559601	5.019951
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	.5272500	1.9791399	1.000	-5.762526	6.817026
	PenambahanTe pungenNil2G ram	1.9269750	1.9791399	.920	-4.362801	8.216751
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	4.1960000	1.9791399	.321	-2.093776	10.485776
	PenambahanTe pungenNil3G ram	5.4294250	1.9791399	.114	-.860351	11.719201
PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	1.7970750	1.9791399	.939	-8.086851	4.492701
	PenambahanTe pungenNil1G ram	-.5272500	1.9791399	1.000	-6.817026	5.762526
	PenambahanTe pungenNil2G ram	1.3997250	1.9791399	.979	-4.890051	7.689501
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	3.6687500	1.9791399	.459	-2.621026	9.958526
	PenambahanTe pungenNil3G ram	4.9021750	1.9791399	.183	-1.387601	11.191951
PenambahanTe pungenNil2G ram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	3.1968000	1.9791399	.600	-9.486576	3.092976
	PenambahanTe pungenNil1G ram	1.9269750	1.9791399	.920	-8.216751	4.362801
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	1.3997250	1.9791399	.979	-7.689501	4.890051
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	2.2690250	1.9791399	.855	-4.020751	8.558801

	Penambahan Tepung Nila 3Gram	3.5024500	1.9791399	.508	-2.787326	9.792226
Penambahan Tepung Nila 2,5Gram	Penambahan Tepung Nila 0,5Gram	5.4658250	1.9791399	.111	-11.755601	.823951
	Penambahan Tepung Nila 1Gram	4.1960000	1.9791399	.321	-10.485776	2.093776
	Penambahan Tepung Nila 1,5Gram	3.6687500	1.9791399	.459	-9.958526	2.621026
	Penambahan Tepung Nila 2Gram	2.2690250	1.9791399	.855	-8.558801	4.020751
	Penambahan Tepung Nila 3Gram	1.2334250	1.9791399	.988	-5.056351	7.523201
Penambahan Tepung Nila 3Gram	Penambahan Tepung Nila 0,5Gram	6.6992500	1.9791399	.033	-12.989026	-.409474
	Penambahan Tepung Nila 1Gram	5.4294250	1.9791399	.114	-11.719201	.860351
	Penambahan Tepung Nila 1,5Gram	4.9021750	1.9791399	.183	-11.191951	1.387601
	Penambahan Tepung Nila 2Gram	3.5024500	1.9791399	.508	-9.792226	2.787326
	Penambahan Tepung Nila 2,5Gram	1.2334250	1.9791399	.988	-7.523201	5.056351

Hasil Analisa Elongasi Edible Film pada Satuan (%)

Tukey HSD^a

Jenis Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Penambahan Tepung Nila 3Gram	4	3.656425	
Penambahan Tepung Nila 2,5Gram	4	4.889850	4.889850
Penambahan Tepung Nila 2Gram	4	7.158875	7.158875
Penambahan Tepung Nila 1,5Gram	4	8.558600	8.558600
Penambahan Tepung Nila 1Gram	4	9.085850	9.085850
Penambahan Tepung Nila 0,5Gram	4		10.355675
Sig.		.114	.111

Lampiran 16. Data Analisa Perhitungan Transmisi Uap Air

Hasil Analisa Transmisi Uap Air Air (mL/m²/hari)

Sampel	Ulangan Ke-				Rata-rata
	1	2	3	4	
Tepung ikan 0,5 gram	8.8154	6.7493	6.6116	7.7135	7.4725
Tepung ikan 1 gram	8.5399	5.9229	6.3361	7.5758	7.0937
Tepung ikan 1,5 gram	8.1267	5.6474	5.9229	5.2342	6.2328
Tepung ikan 2 gram	6.6116	5.5096	5.7851	5.0964	5.7507
Tepung ikan 2,5 gram	5.6474	5.0964	5.3719	4.9587	5.2686
Tepung ikan 3 gram	5.5096	4.4077	5.0964	4.2700	4.8209
Nilai analisa transmisi uap air maksimal <i>edible film</i> berdasarkan standard JIS (Japanese Industrial Standard) adalah 7 mL/m ² /hari					

Descriptives					
Jenis Perlakuan			Statistic	Std. Error	
HasilAnalisaT ransmisiUapA irEdibleFilmpa daSatuan(mL/ m2/hari)	PenambahanTe punglkanNil0, 5Gram	Mean	7.472450	.5103617	
		95% Confidence	Lower Bound	5.848251	
		Interval for Mean	Upper Bound	9.096649	
		5% Trimmed Mean		7.445667	
		Median		7.231400	
		Variance		1.042	
		Std. Deviation		1.0207233	
		Minimum		6.6116	
		Maximum		8.8154	
		Range		2.2038	
		Interquartile Range		1.8939	
		Skewness		.890	1.014
		Kurtosis		-.975	2.619
	PenambahanTe punglkanNil1G ram	Mean	7.093675	.5964230	
		95% Confidence	Lower Bound	5.195591	
		Interval for Mean	Upper Bound	8.991759	
		5% Trimmed Mean		7.078372	
		Median		6.955950	
		Variance		1.423	
		Std. Deviation		1.1928461	
		Minimum		5.9229	
		Maximum		8.5399	
		Range		2.6170	
		Interquartile Range		2.2727	
		Skewness		.431	1.014
		Kurtosis		-2.573	2.619
	PenambahanTe punglkanNil1, 5Gram	Mean	6.232800	.6469667	
		95% Confidence	Lower Bound	4.173863	
		Interval for Mean	Upper Bound	8.291737	
		5% Trimmed Mean		6.183061	
		Median		5.785150	
		Variance		1.674	
		Std. Deviation		1.2939333	
Minimum			5.2342		
Maximum			8.1267		
Range			2.8925		
Interquartile Range			2.2382		
Skewness			1.713	1.014	
Kurtosis			3.132	2.619	
PenambahanTe punglkanNil2G ram	Mean	5.750675	.3199700		
	95% Confidence	Lower Bound	4.732388		
	Interval for Mean	Upper Bound	6.768962		

	5% Trimmed Mean		5.739194	
	Median		5.647350	
	Variance		.410	
	Std. Deviation		.6399401	
	Minimum		5.0964	
	Maximum		6.6116	
	Range		1.5152	
	Interquartile Range		1.2053	
	Skewness		.875	1.014
	Kurtosis		1.128	2.619
Penambahan Tepung punglkanNila2, 5Gram	Mean		5.268600	.1527119
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.782603	
		Upper Bound	5.754597	
	5% Trimmed Mean		5.264772	
	Median		5.234150	
	Variance		.093	
	Std. Deviation		.3054238	
	Minimum		4.9587	
	Maximum		5.6474	
	Range		.6887	
	Interquartile Range		.5854	
	Skewness		.482	1.014
	Kurtosis		-1.700	2.619
Penambahan Tepung punglkanNila3G ram	Mean		4.820925	.2921805
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.891076	
		Upper Bound	5.750774	
	5% Trimmed Mean		4.813272	
	Median		4.752050	
	Variance		.341	
	Std. Deviation		.5843609	
	Minimum		4.2700	
	Maximum		5.5096	
	Range		1.2396	
	Interquartile Range		1.1019	
	Skewness		.367	1.014
	Kurtosis		-3.438	2.619

Tests of Normality

Jenis Perlakuan		Shapiro-Wilk ^a	
		df	Sig.
Hasil Analisa Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> pada Satuan (mL/m ² /hari)	Penambahan TepunglkanNila0,5Gram	4	.419
	Penambahan TepunglkanNila1Gram	4	.664
	Penambahan TepunglkanNila1,5Gram	4	.151
	Penambahan TepunglkanNila2Gram	4	.792
	Penambahan TepunglkanNila2,5Gram	4	.798
	Penambahan TepunglkanNila3Gram	4	.492

Test of Homogeneity of Variances

Hasil Analisa Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> pada Satuan (mL/m ² /hari)				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
2.013	5	18	.125	

ANOVA

Hasil Analisa Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> pada Satuan (mL/m ² /hari)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21.351	5	4.270	5.141	.004
Within Groups	14.950	18	.831		
Total	36.301	23			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Hasil Analisa Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> pada Satuan (mL/m ² /hari)						
Tukey HSD						
(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	Upper Bound
PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	PenambahanTe pungenNil1G ram	.3787750	.6444187	.991	-1.669210	2.426760
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	1.2396500	.6444187	.420	-.808335	3.287635
	PenambahanTe pungenNil2G ram	1.7217750	.6444187	.130	-.326210	3.769760
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	2.2038500 *	.6444187	.031	.155865	4.251835
	PenambahanTe pungenNil3G ram	2.6515250 *	.6444187	.007	.603540	4.699510
PenambahanTe pungenNil1G ram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	-.3787750	.6444187	.991	-2.426760	1.669210
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	.8608750	.6444187	.762	-1.187110	2.908860
	PenambahanTe pungenNil2G ram	1.3430000	.6444187	.338	-.704985	3.390985
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	1.8250750	.6444187	.097	-.222910	3.873060
	PenambahanTe pungenNil3G ram	2.2727500 *	.6444187	.025	.224765	4.320735
PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	1.2396500	.6444187	.420	-3.287635	.808335
	PenambahanTe pungenNil1G ram	-.8608750	.6444187	.762	-2.908860	1.187110
	PenambahanTe pungenNil2G ram	.4821250	.6444187	.973	-1.565860	2.530110
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	.9642000	.6444187	.671	-1.083785	3.012185
	PenambahanTe pungenNil3G ram	1.4118750	.6444187	.289	-.636110	3.459860
PenambahanTe pungenNil2G ram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	1.7217750	.6444187	.130	-3.769760	.326210
	PenambahanTe pungenNil1G ram	1.3430000	.6444187	.338	-3.390985	.704985
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	-.4821250	.6444187	.973	-2.530110	1.565860
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	.4820750	.6444187	.973	-1.565910	2.530060

	PenambahanTepunglkanNil3Gram		.9297500	.6444187	.702	-1.118235	2.977735
PenambahanTepunglkanNil2,5Gram	PenambahanTepunglkanNil0,5Gram	2.2038500	-	.6444187	.031	-4.251835	-.155865
	PenambahanTepunglkanNil1Gram	1.8250750	-	.6444187	.097	-3.873060	.222910
	PenambahanTepunglkanNil1,5Gram	-.9642000		.6444187	.671	-3.012185	1.083785
	PenambahanTepunglkanNil2Gram	-.4820750		.6444187	.973	-2.530060	1.565910
	PenambahanTepunglkanNil3Gram	.4476750		.6444187	.980	-1.600310	2.495660
PenambahanTepunglkanNil3Gram	PenambahanTepunglkanNil0,5Gram	2.6515250	-	.6444187	.007	-4.699510	-.603540
	PenambahanTepunglkanNil1Gram	2.2727500	-	.6444187	.025	-4.320735	-.224765
	PenambahanTepunglkanNil1,5Gram	1.4118750	-	.6444187	.289	-3.459860	.636110
	PenambahanTepunglkanNil2Gram	-.9297500		.6444187	.702	-2.977735	1.118235
	PenambahanTepunglkanNil2,5Gram	-.4476750		.6444187	.980	-2.495660	1.600310

Hasil Analisa Transmisi Uap Air Edible Film pada Satuan (mL/m²/hari)

Tukey HSD^a

Jenis Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
PenambahanTepunglkanNil3Gram	4	4.820925		
PenambahanTepunglkanNil2,5Gram	4	5.268600	5.268600	
PenambahanTepunglkanNil2Gram	4	5.750675	5.750675	5.750675
PenambahanTepunglkanNil1,5Gram	4	6.232800	6.232800	6.232800
PenambahanTepunglkanNil1Gram	4		7.093675	7.093675
PenambahanTepunglkanNil0,5Gram	4			7.472450
Sig.		.289	.097	.130

Lampiran 17. Data Analisa Perhitungan Kadar Air

Hasil Analisa Kadar Air (%)

Sampel	Ulangan Ke-				Rata-Rata
	1	2	3	4	
Tepung ikan 0,5 gram	26.0942	24.5715	25.0099	25.4002	25.2690
Tepung ikan 1 gram	23.4509	22.0547	23.1489	21.5342	22.5472
Tepung ikan 1,5 gram	22.0040	21.4470	21.6066	20.5754	21.4083
Tepung ikan 2 gram	21.5210	20.8416	19.3637	19.6917	20.3545
Tepung ikan 2,5 gram	18.1118	19.9921	17.8593	19.2385	18.8004
Tepung ikan 3 gram	17.1949	16.8027	17.0990	17.9456	17.2606

Nilai analisa Kadar air *edible film* berdasarkan pendapat dari Syarifuddin dan Yuniarta (2015) adalah semakin tinggi nilai kadar air maka semakin rendah kualitas produk

Descriptives					
Jenis Perlakuan			Statistic	Std. Error	
HasilAnalisaKadarAirEdibleFilm padaSatuan(%)	Penambahan TepungIkanNilai0,5Gram	Mean	25.268950	.3229819	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	24.241078	
			Upper Bound	26.296822	
		5% Trimmed Mean		25.261850	
		Median		25.205050	
		Variance		.417	
		Std. Deviation		.6459638	
		Minimum		24.5715	
		Maximum		26.0942	
		Range		1.5227	
		Interquartile Range		1.2396	
		Skewness		.514	1.014
		Kurtosis		.001	2.619
	Penambahan TepungIkanNilai1Gram	Mean	22.547175	.4516121	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	21.109944	
			Upper Bound	23.984406	
		5% Trimmed Mean		22.553244	
		Median		22.601800	
		Variance		.816	
		Std. Deviation		.9032242	
		Minimum		21.5342	
		Maximum		23.4509	
		Range		1.9167	
		Interquartile Range		1.7111	
		Skewness		-.184	1.014
Kurtosis			-3.935	2.619	
Penambahan TepungIkanNilai1,5Gram	Mean	21.408250	.3013029		
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	20.449370		
		Upper Bound	22.367130		
	5% Trimmed Mean		21.421422		
	Median		21.526800		
	Variance		.363		
	Std. Deviation		.6026059		
	Minimum		20.5754		
	Maximum		22.0040		
	Range		1.4286		
	Interquartile Range		1.1114		
	Skewness		-1.092	1.014	
	Kurtosis		1.886	2.619	
Penambahan	Mean	20.354500	.5015789		

TepunglkanNi la2Gram	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	18.758252	
		Upper Bound	21.950748	
	5% Trimmed Mean		20.344739	
	Median		20.266650	
	Variance		1.006	
	Std. Deviation		1.0031579	
	Minimum		19.3637	
	Maximum		21.5210	
	Range		2.1573	
	Interquartile Range		1.9054	
	Skewness		.290	1.014
	Kurtosis		-3.413	2.619
Penambahan TepunglkanNi la2,5Gram	Mean		18.800425	.4976545
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	17.216666	
		Upper Bound	20.384184	
	5% Trimmed Mean		18.786506	
	Median		18.675150	
	Variance		.991	
	Std. Deviation		.9953089	
	Minimum		17.8593	
	Maximum		19.9921	
	Range		2.1328	
	Interquartile Range		1.8813	
	Skewness		.417	1.014
	Kurtosis		-3.097	2.619
Penambahan TepunglkanNi la3Gram	Mean		17.260550	.2431269
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	16.486812	
		Upper Bound	18.034288	
	5% Trimmed Mean		17.247928	
	Median		17.146950	
	Variance		.236	
	Std. Deviation		.4862539	
	Minimum		16.8027	
	Maximum		17.9456	
	Range		1.1429	
	Interquartile Range		.8811	
	Skewness		1.282	1.014
	Kurtosis		2.293	2.619

Tests of Normality

Jenis Perlakuan	Shapiro-Wilk ^a	
	df	Sig.
HasilAnalisaKadarAirEdibleFilmpadaSatuan(%)		
PenambahanTepunglkanNila0,5Gram	4	.940
PenambahanTepunglkanNila1Gram	4	.528
PenambahanTepunglkanNila1,5Gram	4	.614
PenambahanTepunglkanNila2Gram	4	.583
PenambahanTepunglkanNila2,5Gram	4	.535
PenambahanTepunglkanNila3Gram	4	.459

Test of Homogeneity of Variances

Hasil Analisa Kadar Air Edible Film pada Satuan (%)				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
1.934	5	18	.138	

ANOVA

Hasil Analisa Kadar Air Edible Film pada Satuan (%)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	160.004	5	32.001	50.137	.000
Within Groups	11.489	18	.638		
Total	171.493	23			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Hasil Analisa Kadar Air <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)						
Tukey HSD						
(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
JenisPerlakuan	JenisPerlakuan				Lower Bound	Upper Bound
PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	PenambahanTe pungenNil1G ram	2.7217750*	.5649207	.002	.926437	4.517113
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	3.8607000*	.5649207	.000	2.065362	5.656038
	PenambahanTe pungenNil2G ram	4.9144500*	.5649207	.000	3.119112	6.709788
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	6.4685250*	.5649207	.000	4.673187	8.263863
	PenambahanTe pungenNil3G ram	8.0084000*	.5649207	.000	6.213062	9.803738
PenambahanTe pungenNil1G ram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	-2.7217750*	.5649207	.002	-4.517113	-.926437
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	1.1389250	.5649207	.372	-.656413	2.934263
	PenambahanTe pungenNil2G ram	2.1926750*	.5649207	.012	.397337	3.988013
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	3.7467500*	.5649207	.000	1.951412	5.542088
	PenambahanTe pungenNil3G ram	5.2866250*	.5649207	.000	3.491287	7.081963
PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	-3.8607000*	.5649207	.000	-5.656038	-2.065362
	PenambahanTe pungenNil1G ram	-1.1389250	.5649207	.372	-2.934263	.656413
	PenambahanTe pungenNil2G ram	1.0537500	.5649207	.453	-.741588	2.849088
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	2.6078250*	.5649207	.003	.812487	4.403163
	PenambahanTe pungenNil3G ram	4.1477000*	.5649207	.000	2.352362	5.943038
PenambahanTe pungenNil2G ram	PenambahanTe pungenNil0, 5Gram	-4.9144500*	.5649207	.000	-6.709788	-3.119112
	PenambahanTe pungenNil1G ram	-2.1926750*	.5649207	.012	-3.988013	-.397337
	PenambahanTe pungenNil1, 5Gram	-1.0537500	.5649207	.453	-2.849088	.741588
	PenambahanTe pungenNil2, 5Gram	1.5540750	.5649207	.113	-.241263	3.349413

	Penambahan Tepung Nilam	3.0939500*	.5649207	.000	1.298612	4.889288
Penambahan Tepung Nilam 2,5 Gram	Penambahan Tepung Nilam 0,5 Gram	-6.4685250*	.5649207	.000	-8.263863	-4.673187
	Penambahan Tepung Nilam 1 Gram	-3.7467500*	.5649207	.000	-5.542088	-1.951412
	Penambahan Tepung Nilam 1,5 Gram	-2.6078250*	.5649207	.003	-4.403163	-.812487
	Penambahan Tepung Nilam 2 Gram	-1.5540750	.5649207	.113	-3.349413	.241263
	Penambahan Tepung Nilam 3 Gram	1.5398750	.5649207	.118	-.255463	3.335213
Penambahan Tepung Nilam 3 Gram	Penambahan Tepung Nilam 0,5 Gram	-8.0084000*	.5649207	.000	-9.803738	-6.213062
	Penambahan Tepung Nilam 1 Gram	-5.2866250*	.5649207	.000	-7.081963	-3.491287
	Penambahan Tepung Nilam 1,5 Gram	-4.1477000*	.5649207	.000	-5.943038	-2.352362
	Penambahan Tepung Nilam 2 Gram	-3.0939500*	.5649207	.000	-4.889288	-1.298612
	Penambahan Tepung Nilam 2,5 Gram	-1.5398750	.5649207	.118	-3.335213	.255463

Hasil Analisa Kadar Air Edible Film pada Satuan (%)

Tukey HSD ^a		Subset for alpha = 0.05				
Jenis Perlakuan	N	1	2	3	4	5
Penambahan Tepung Nilam 3 Gram	4	17.2606				
Penambahan Tepung Nilam 2,5 Gram	4	18.8004	18.8004			
Penambahan Tepung Nilam 2 Gram	4		20.3545	20.3545		
Penambahan Tepung Nilam 1,5 Gram	4			21.4083	21.4083	
Penambahan Tepung Nilam 1 Gram	4				22.5472	
Penambahan Tepung Nilam 0,5 Gram	4					25.2690
Sig.		.118	.113	.453	.372	1.000

Lampiran 18. Data Analisa Perhitungan Kelarutan

Hasil Analisa Kelarutan (%)

Sampel	Ulangan Ke-				Rata-Rata
	1	2	3	4	
Tepung ikan 0,5 gram	73.6947	74.3726	74.3818	74.7045	74.2884
Tepung ikan 1 gram	66.0864	66.0126	66.6589	67.2019	66.4899
Tepung ikan 1,5 gram	61.0705	61.7097	61.5086	62.5816	61.7176
Tepung ikan 2 gram	60.4115	61.4781	60.8766	61.3657	61.0330
Tepung ikan 2,5 gram	56.1445	55.4952	55.8070	56.5925	56.0098
Tepung ikan 3 gram	50.6764	49.6881	49.8953	49.8213	50.0203

Nilai analisa Kelarutan *edible film* berdasarkan pendapat dari Syarifuddin dan Yuniarta (2015) adalah semakin tinggi nilai kelarutan maka semakin mudah produk untuk dikonsumsi.

Descriptives					
		Jenis Perlakuan		Statistic	Std. Error
HasilAnalisaKel arutanEdibleFil mpadaSatuan(%)	Penambahan TepungIkan0, 5Gram	Mean		74.288400	.2124131
		95% Confidence	Lower Bound	73.612407	
		Interval for Mean	Upper Bound	74.964393	
		5% Trimmed Mean		74.298267	
		Median		74.377200	
		Variance		.180	
		Std. Deviation		.4248263	
		Minimum		73.6947	
		Maximum		74.7045	
		Range		1.0098	
		Interquartile Range		.7596	
		Skewness		-1.181	1.014
		Kurtosis		2.295	2.619
		Penambahan TepungIkan1 Gram	Mean		66.489950
	95% Confidence		Lower Bound	65.605839	
	Interval for Mean		Upper Bound	67.374061	
	5% Trimmed Mean			66.476917	
	Median			66.372650	
	Variance			.309	
	Std. Deviation			.5556175	
	Minimum			66.0126	
	Maximum			67.2019	
	Range			1.1893	
	Interquartile Range			1.0351	
	Skewness			.743	1.014
	Kurtosis			-1.742	2.619
	Penambahan TepungIkan1, 5Gram		Mean		61.717600
		95% Confidence	Lower Bound	60.707465	
Interval for Mean		Upper Bound	62.727735		
5% Trimmed Mean			61.705550		
Median			61.609150		
Variance			.403		
Std. Deviation			.6348170		
Minimum			61.0705		
Maximum			62.5816		
Range			1.5111		
Interquartile Range			1.1836		
Skewness			.951	1.014	
Kurtosis			1.576	2.619	
Penambahan		Mean		61.032975	.2448684

Tepunglkan2 Gram	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	60.253694	
	Upper Bound	61.812256		
	5% Trimmed Mean		61.042772	
	Median		61.121150	
	Variance		.240	
	Std. Deviation		.4897368	
	Minimum		60.4115	
	Maximum		61.4781	
	Range		1.0666	
	Interquartile Range		.9222	
	Skewness		-.674	1.014
	Kurtosis		-1.836	2.619
Penambahan Tepunglkan2, 5Gram	Mean		56.009800	.2351638
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	55.261404	
	Upper Bound	56.758196		
	5% Trimmed Mean		56.006017	
	Median		55.975750	
	Variance		.221	
	Std. Deviation		.4703277	
	Minimum		55.4952	
	Maximum		56.5925	
	Range		1.0973	
	Interquartile Range		.9074	
	Skewness		.357	1.014
	Kurtosis		-.732	2.619
Penambahan Tepunglkan3 Gram	Mean		50.020275	.2228696
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	49.311005	
	Upper Bound	50.729545		
	5% Trimmed Mean		50.002278	
	Median		49.858300	
	Variance		.199	
	Std. Deviation		.4457391	
	Minimum		49.6881	
	Maximum		50.6764	
	Range		.9883	
	Interquartile Range		.7597	
	Skewness		1.776	1.014
	Kurtosis		3.331	2.619

Tests of Normality

Jenis Perlakuan		Shapiro-Wilk ^a	
		df	Sig.
Hasil Analisa Kelarutan <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)	Penambahan Tepunglkan0,5Gram	4	.399
	Penambahan Tepunglkan1Gram	4	.427
	Penambahan Tepunglkan1,5Gram	4	.719
	Penambahan Tepunglkan2Gram	4	.547
	Penambahan Tepunglkan2,5Gram	4	.954
	Penambahan Tepunglkan3Gram	4	.106

Test of Homogeneity of Variances

Hasil Analisa Kelarutan <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
.191	5	18	.962	

ANOVA

Hasil Analisa Kelarutan <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1402.330	5	280.466	1084.336	.000
Within Groups	4.656	18	.259		
Total	1406.986	23			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Hasil Analisa Kelarutan <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)						
Tukey HSD						
(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
JenisPerlakuan	JenisPerlakuan				Lower Bound	Upper Bound
PenambahanTe punglkan0,5Gra m	PenambahanTe punglkan1Gram	7.7984500*	.3596195	.000	6.655567	8.941333
	PenambahanTe punglkan1,5Gra m	12.5708000*	.3596195	.000	11.427917	13.713683
	PenambahanTe punglkan2Gram	13.2554250*	.3596195	.000	12.112542	14.398308
	PenambahanTe punglkan2,5Gra m	18.2786000*	.3596195	.000	17.135717	19.421483
	PenambahanTe punglkan3Gram	24.2681250*	.3596195	.000	23.125242	25.411008
PenambahanTe punglkan1Gram	PenambahanTe punglkan0,5Gra m	-7.7984500*	.3596195	.000	-8.941333	-6.655567
	PenambahanTe punglkan1,5Gra m	4.7723500*	.3596195	.000	3.629467	5.915233
	PenambahanTe punglkan2Gram	5.4569750*	.3596195	.000	4.314092	6.599858
	PenambahanTe punglkan2,5Gra m	10.4801500*	.3596195	.000	9.337267	11.623033
	PenambahanTe punglkan3Gram	16.4696750*	.3596195	.000	15.326792	17.612558
PenambahanTe punglkan1,5Gra m	PenambahanTe punglkan0,5Gra m	12.5708000*	.3596195	.000	-13.713683	-11.427917
	PenambahanTe punglkan1Gram	-4.7723500*	.3596195	.000	-5.915233	-3.629467
	PenambahanTe punglkan2Gram	.6846250	.3596195	.431	-.458258	1.827508
	PenambahanTe punglkan2,5Gra m	5.7078000*	.3596195	.000	4.564917	6.850683
	PenambahanTe punglkan3Gram	11.6973250*	.3596195	.000	10.554442	12.840208
PenambahanTe punglkan2Gram	PenambahanTe punglkan0,5Gra m	13.2554250*	.3596195	.000	-14.398308	-12.112542
	PenambahanTe punglkan1Gram	-5.4569750*	.3596195	.000	-6.599858	-4.314092
	PenambahanTe punglkan1,5Gra m	-.6846250	.3596195	.431	-1.827508	.458258
	PenambahanTe punglkan2,5Gra m	5.0231750*	.3596195	.000	3.880292	6.166058
	PenambahanTe punglkan3Gram	11.0127000*	.3596195	.000	9.869817	12.155583
PenambahanTe punglkan2,5Gra m	PenambahanTe punglkan0,5Gra m	18.2786000*	.3596195	.000	-19.421483	-17.135717
	PenambahanTe punglkan1Gram	10.4801500*	.3596195	.000	-11.623033	-9.337267
	PenambahanTe punglkan1,5Gra m	-5.7078000*	.3596195	.000	-6.850683	-4.564917

PenambahanTepunglkan2Gram	-5.0231750*	.3596195	.000	-6.166058	-3.880292
PenambahanTepunglkan3Gram	5.9895250*	.3596195	.000	4.846642	7.132408
PenambahanTepunglkan3Gram	24.2681250*	.3596195	.000	-25.411008	-23.125242
PenambahanTepunglkan0,5Gram	16.4696750*	.3596195	.000	-17.612558	-15.326792
PenambahanTepunglkan1Gram	11.6973250*	.3596195	.000	-12.840208	-10.554442
PenambahanTepunglkan1,5Gram	11.0127000*	.3596195	.000	-12.155583	-9.869817
PenambahanTepunglkan2Gram	-5.9895250*	.3596195	.000	-7.132408	-4.846642
PenambahanTepunglkan2,5Gram					

Hasil Analisa Kelarutan <i>Edible Film</i> pada Satuan (%)						
Tukey HSD ^a						
Jenis Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
PenambahanTepunglkan3Gram	4	50.0203				
PenambahanTepunglkan2,5Gram	4		56.0098			
PenambahanTepunglkan2Gram	4			61.0330		
PenambahanTepunglkan1,5Gram	4			61.7176		
PenambahanTepunglkan1Gram	4				66.4900	
PenambahanTepunglkan0,5Gram	4					74.2884
Sig.		1.000	1.000	.431	1.000	1.000



Lampiran 19. Perhitungan Analisa De Garmo Penelitian Pendahuluan

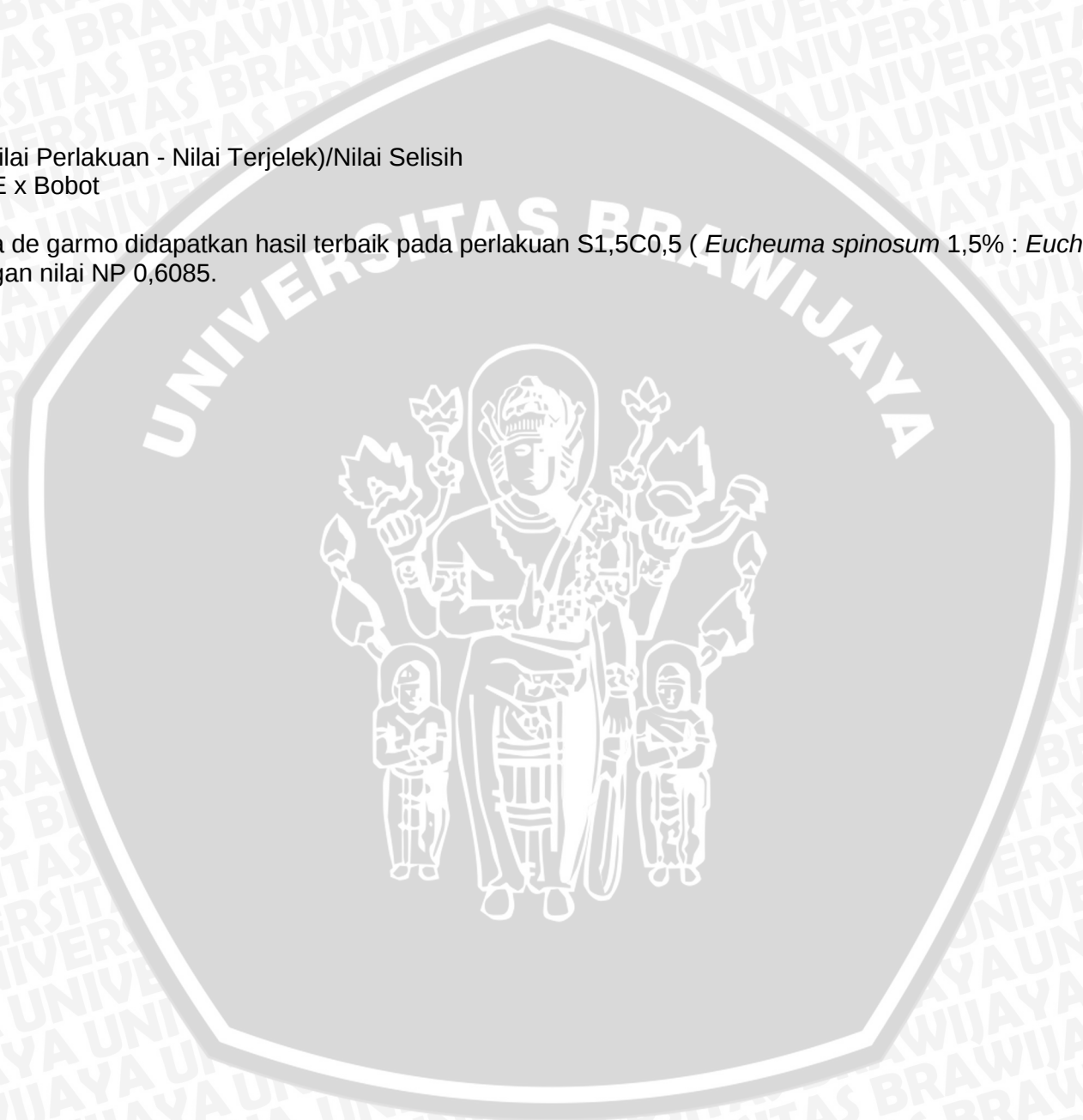
	UJI KEPENTINGAN																							
Parameter	Panelis																				Total	Bobot	Rata-rata	Rangking
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Ketebalan	4	1	2	2	4	4	4	5	4	3	3	2	4	3	5	4	4	1	2	5	66	0.2200	3.3	2
Kuat Tarik	2	4	3	4	5	1	5	2	1	4	2	3	3	4	3	3	3	5	3	4	64	0.2133	3.2	3
Elongasi	3	5	4	1	3	5	3	3	2	1	1	1	2	5	4	2	2	4	4	3	58	0.1933	2.9	4
T. Uap Air	1	3	1	3	2	2	2	1	3	5	4	4	1	2	1	1	1	2	5	1	45	0.1500	2.25	5
Kadar Air	5	2	5	5	1	3	1	4	5	2	5	5	5	1	2	5	5	3	1	2	67	0.2233	3.35	1
Total	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	300	1	15	15

Parameter	Sampel (Rerata)					Terbaik	Terjelek	Selisih
	S2C0	S0C2	S1C1	S0,5C1,5	S1,5C0,5			
Ketebalan	0.0620	0.0881	0.0746	0.1039	0.0844	0.0620	0.1039	-0.0419
Kuat Tarik	213.9600	128.4893	141.4477	97.6992	225.0599	225.0599	97.6992	127.3607
Elongasi	9.3366	14.3125	10.7703	13.2784	12.7184	14.3125	10.7703	3.5422
Transmisi Uap Air	52.8646	50.5268	45.0521	47.3958	28.125	28.1250	50.5268	-22.4018
Kadar Air	26.0250	30.0373	26.2044	25.2167	29.2507	25.2167	30.0373	-4.8206

Parameter	Bobot	S2C0		S0C2		S1C1		S0,5C1,5		S1,5C0,5	
		NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP
Kuat Tarik	0.2200	1.0000	0.2200	0.3771	0.0830	0.6993	0.1538	0.0000	0.0000	0.4654	0.1024
Perpanjangan	0.2133	0.9128	0.1947	0.2418	0.0516	0.3435	0.0733	0.0000	0.0000	1.0000	0.2133
Ketebalan	0.1933	-0.4047	-0.0783	1.0000	0.1933	0.0000	0.0000	0.7081	0.1369	0.5500	0.1063
Transmisi Uap Air	0.1500	-0.1044	-0.0157	0.0000	0.0000	0.2444	0.0367	0.1398	0.0210	1.0000	0.1500
Kadar Air	0.2233	0.8323	0.1859	0.0000	0.0000	0.7951	0.1776	1.0000	0.2233	0.1632	0.0364
Total	1.0000		0.5067		0.3279		0.4414		0.3812		0.6085

Keterangan: $NE = (\text{Nilai Perlakuan} - \text{Nilai Terjelek}) / \text{Nilai Selisih}$
 $NP = NE \times \text{Bobot}$

Kesimpulan: Dari analisa de garmo didapatkan hasil terbaik pada perlakuan S1,5C0,5 (*Eucheuma spinosum* 1,5% : *Eucheuma cottonii* 0,5%) dengan nilai NP 0,6085.



Lampiran 20. Perhitungan Analisa De Garmo Penelitian Utama

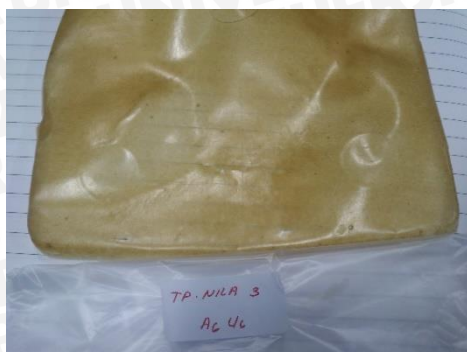
		UJI KEPENTINGAN																							
Parameter	Panelis																				Total	Bobot	Rata-rata	Rangking	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
Ketebalan	5	5	5	2	2	1	5	2	5	5	5	2	5	2	5	1	5	5	3	6	76	0.1810	3.8000	2	
Kuat Tarik	3	3	3	4	5	6	1	6	1	2	4	3	4	3	6	5	4	6	2	3	74	0.1762	3.7000	3	
Elongasi	4	4	4	5	1	5	4	5	2	6	3	1	3	4	2	3	3	4	4	2	69	0.1643	3.4500	4	
T. Uap Air	1	1	2	3	4	4	3	4	3	3	6	5	2	1	4	2	2	2	6	1	59	0.1405	2.9500	5	
Kadar Air	6	6	6	6	6	3	6	3	6	1	2	6	6	6	1	6	6	3	1	4	90	0.2143	4.5000	1	
Kelarutan	2	2	1	1	3	2	2	1	4	4	1	4	1	5	3	4	1	1	5	5	52	0.1238	2.6000	6	
Total	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	420	1	21	21	

Parameter	Sampel (Rerata) pada Penambahan Tepung Ikan Nila						Terbaik	Terjelek	Selisih
	0,5 gram	1 gram	1,5 gram	2 gram	2,5 gram	3 gram			
Ketebalan	0.0763	0.0790	0.1282	0.1430	0.1290	0.1443	0.0763	0.1443	-0.0680
Kuat Tarik	141.8658	124.6397	71.2195	90.1310	95.0156	95.9472	141.8658	71.2195	70.6463
Elongasi	10.3557	9.0858	8.5586	7.1589	4.8899	3.6564	10.3557	3.6564	6.6993
T. Uap Air	7.4725	7.0937	6.2328	5.7507	5.2686	4.8209	4.8209	7.0937	-2.2728
Kadar Air	25.2690	22.5472	21.4083	20.3545	18.8004	17.2606	17.2606	22.5472	-5.2866
Kelarutan	74.2884	66.4899	61.7176	61.0330	56.0098	50.0203	74.2884	50.0203	24.2681

Parameter Uji		Perlakuan dengan Penambahan Tepung Ikan Nila											
Parameter	Bobot	0,5 gram		1 gram		1,5 gram		2 gram		2,5 gram		3 gram	
		NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP
Ketebalan	0.1810	1.0000	0.1810	0.9603	0.1738	0.2368	0.0428	0.0191	0.0035	0.2250	0.0407	0.0000	0.0000
Kuat Tarik	0.1762	1.0000	0.1762	0.7562	0.1332	0.0000	0.0000	0.2677	0.0472	0.3368	0.0593	0.3500	0.0617
Elongasi	0.1643	1.0000	0.1643	0.8104	0.1331	0.7317	0.1202	0.5228	0.0859	0.1841	0.0302	0.0000	0.0000
Transmisi Uap Air	0.1405	-0.1667	-0.0234	0.0000	0.0000	0.3788	0.0532	0.5909	0.0830	0.8030	0.1128	1.0000	0.1405
Kadar Air	0.2143	-0.5148	-0.1103	0.0000	0.0000	0.2154	0.0462	0.4148	0.0889	0.7087	0.1519	1.0000	0.2143
Kelarutan	0.1238	1.0000	0.1238	0.6787	0.0840	0.4820	0.0597	0.4538	0.0562	0.2468	0.0306	0.0000	0.0000
Total	1.0000		0.5115		0.5242		0.3221		0.3646		0.4255		0.4164

Kesimpulan: Dari analisa de garma didapatkan hasil terbaik pada perlakuan penambahan tepung ikan nila 1 % (*Eucheuma spinosum* 1,5% : *Eucheuma cottonii* 0,5%: Tepung Ikan Nila 1%) dengan nilai NP 0.5242.

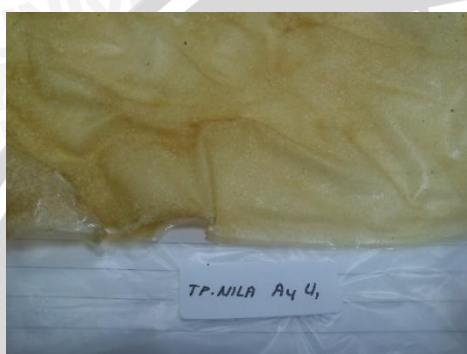
Lampiran 21. Gambar Hasil *Edible Film*



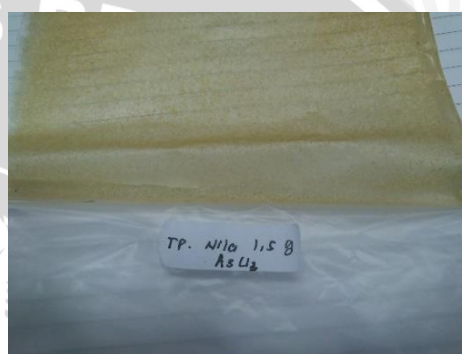
A.



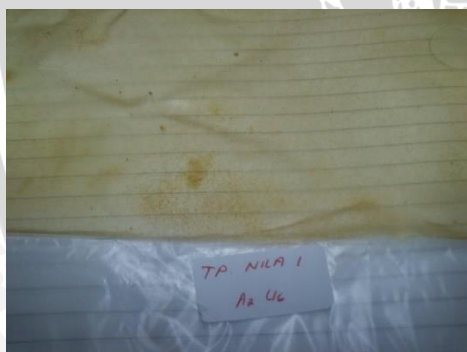
B.



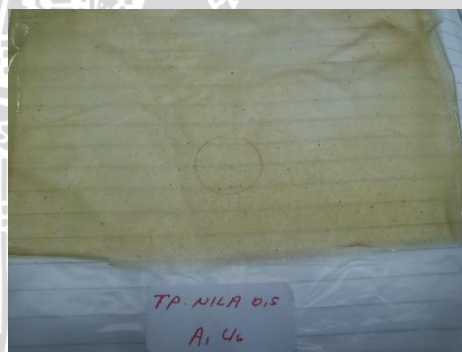
C.



D.



E.



F.

Keterangan:

- A. *Eucheuma spinosum* 1,5% : *Eucheuma cottonii* 0,5%: Tepung Ikan Nila 3%)
- B. *Eucheuma spinosum* 1,5% : *Eucheuma cottonii* 0,5%: Tepung Ikan Nila 2,5%)
- C. *Eucheuma spinosum* 1,5% : *Eucheuma cottonii* 0,5%: Tepung Ikan Nila 2%)
- D. *Eucheuma spinosum* 1,5% : *Eucheuma cottonii* 0,5%: Tepung Ikan Nila 1,5%)
- E. *Eucheuma spinosum* 1,5% : *Eucheuma cottonii* 0,5%: Tepung Ikan Nila 1%)
- F. *Eucheuma spinosum* 1,5% : *Eucheuma cottonii* 0,5%: Tepung Ikan Nila 0,5%)