

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

ARTIKEL SKIRPSI
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*

ARTIKEL SKRIPSI

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

OLEH:
ABDUL HARIS
NIM. 125080300111049

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes.)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal: 18 AUG 2016

Dosen Pembimbing II

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



Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Anung Wilujeng Ekawati, MS.)
NIP. 19620805 198603 02 001
Tanggal: 18 AUG 2016

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

Abdul Haris¹⁾, Dwi Setijawati²⁾, dan Happy Nursyam³⁾
Teknologi Hasil Perikanan

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung ikan nila, *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan konsentrasi yang berbeda terhadap karakteristik *edible film*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi tepung ikan nila yang berbeda serta variabel terikat adalah nilai karakteristik fisik dan kimia *edible film* meliputi kuat tarik, elongasi, ketebalan, transmisi uap air, kadar air dan kelarutan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan campuran bahan yang terbaik adalah pada perlakuan T₁ dengan formulasi tepung ikan nila : *Eucheuma spinosum* : *Eucheuma cottonii* = 1% : 1,5% : 0,5%. Penggunaan tepung ikan nila dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh terhadap karakteristik *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film*, akan menyebabkan nilai ketebalan dan kuat tarik cenderung semakin tinggi serta nilai elongasi, transmisi uap air, kadar air dan kelarutan cenderung semakin rendah. Hasil analisa pada perlakuan T₁ yakni ketebalan 0,08 mm; kuat tarik 124,64 kgf/cm²; elongasi 9,09%; transmisi uap air 7,09 mL/m²/hari; kadar air 22,55% dan kelarutan 66,29%. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan *edible film* dengan formulasi bahan yang lain agar produk memiliki karakteristik yang lebih baik.

Kata Kunci: *Edible Film*, FTIR, SEM, Asam Amino

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

^{2,3)} Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

THE EFFECTS OF USING DIFFERENT CONCENTRATION OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) MEAL ON THE CHARACTERISTICS OF EDIBLE FILMS MADE FROM *Eucheuma spinosum* AND *Eucheuma cottonii*

Abdul Haris¹⁾, Dwi Setijawati²⁾, and Happy Nursyam³⁾
Fisheries Technology

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of tilapia fish meals with different concentrations on the characteristics of the edible films *Eucheuma spinosum* and *Eucheuma cottonii*. This study used an experimental method. The independent variable in this study is the concentrations of different tilapia fish meals, and the dependent variable is the value of physical and chemical characteristics of the edible films, including tensile strength, elongation, thickness, transmission of water vapor, water content and solubility. This study uses a completely randomized design with 6 treatments and 4 replications. The results showed that the use of a mixture of the best material is in treatment T₁ with the formula tilapia fish meal : *Eucheuma spinosum* : *Eucheuma cottonii* = 1% : 1.5% : 0.5%. The use of tilapia fish meal with different concentrations influences the characteristics of edible film. A higher concentration of tilapia fish meal in the processing of edible film tends to cause the values of the thickness and tensile strength to be high and the values of elongation, water vapor transmission, moisture content, and solubility to be low. The result of the analysis of the T₁ treatment is thickness 0.08 mm; tensile strength 124.64 kgf/cm²; elongation 9.09%; water vapor transmission 7.09 mL/m²/day; moisture content 22.55% and solubility 66.29%. There is need for further research into the manufacture of edible films because addition of other ingredients may improve its characteristics.

Keywords: *Edible Film*, FTIR, SEM, Amino Acid

¹⁾ Student of Fisheries and Marine Sciences Faculty, Brawijaya University

^{2,3)} Lecturer of Fisheries and Marine Sciences Faculty, Brawijaya University

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Potensi rumput laut jenis *Euचेuma*, yakni *Euचेuma cottonii* dan *Euचेuma spinosum* menurut Suwariyati *et al.* (2014) di Indonesia sangat baik. Dua spesies rumput laut ini, menurut Setijawati *et al.* (2011) mengandung senyawa karaginan. 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).

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. 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 (*Japanese Industrial Standard*) dapat diketahui dari beberapa karakteristik yang dimilikinya yakni ketebalan, transmisi uap air,

kuat tarik dan elongasi (Saputra *et al.*, 2015). Lebih lengkapnya, kualitas *edible film* menurut Syarifuddin dan Yunianta (2015) dapat diketahui dari nilai analisa kadar air dan nilai analisa kelarutan. Penggunaan bahan yang mengandung hidrokoloid pada pengolahan pangan menurut Roiyana *et al.* (2012) sudah lama dipergunakan dan aman dikonsumsi.

Hidrokoloid memiliki gugus hidroksi yang mampu berikatan dengan protein serta air sehingga membentuk matriks yang kuat (Agustin, 2012). *Euचेuma cottonii* memiliki kadar karaginan 80 % dari berat kering (Prasetyowati *et al.*, 2008). *Euचेuma spinosum* memiliki kadar karaginan 33 % dari berat kering (Hudha *et al.*, 2012). Penggunaan ikan nila (*Oreocromis 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).

Pemanfaatan ketiga jenis bahan berupa tepung ikan nila, *Euचेuma spinosum* dan *Euचेuma cottonii* pada proses pengolahan *edible film* saat ini belum dilakukan. Agar produk *edible film* dapat diproduksi baik skala UKM maupun skala industri, pada penelitian ini digunakan rumput laut dalam keadaan segar (*sol*) yakni tanpa perlakuan ekstraksi senyawa karaginan yang memerlukan peralatan dan bahan khusus.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dilakukan pembuatan *edible film* dari campuran bahan berupa tepung ikan nila, *Euचेuma spinosum* dan *Euचेuma cottonii* dengan penambahan plasticizer gliserol. Kombinasi

bahan ini diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia *edible film* yang dihasilkan.

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

METODOLOGI

Alat dan Bahan

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, *chooper*, *waterbath*, oven dan jam.

Pada proses pembuatan tepung ikan menggunakan alat-alat berupa ayakan 100 *mesh*, baskom plastik, blender, *chooper*, 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 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.

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 %, alkohol 95%, HCl 0,02 N, kertas saring, kapas, tisu, aquades dan kertas label.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Variabel bebas berupa perbandingan konsentrasi tepung ikan nila, *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*. Variabel terikat berupa karakteristik fisik dan kimia pada produk yang dihasilkan yakni ketebalan, kuat tarik, elongasi, transmisi uap air dan kelarutan. Data dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan kemudian di uji lanjut BNT dengan program SPSS 23.0 dan untuk menentukan perlakuan terbaik digunakan analisa de garmo. 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* dan digunakan sebagai data acuan pada penelitian utama.

Prosedur Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik dari *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* terhadap produk *edible film*. Konsentrasi rumput laut yang digunakan adalah 2% dari total keseluruhan konsentrasi bahan penyusun *edible film*. Perbandingan yang digunakan disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Formulasi *Edible Film* dari Sol *E. spinosum* dan *E. cottonii*

Perlakuan	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

Prosedur kerja penelitian pendahuluan yaitu :

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.

Prosedur 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*.

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 nila yang digunakan dalam penelitian utama adalah sebanyak 0,5-3% (b/v) dari volume total 100 mL. Formulasi *edible film* dari sol rumput laut dengan penambahan tepung ikan nila dapat disajikan pada **Tabel 2** berikut.:

Tabel 2. 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

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 *chooper*, 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 blacu, 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

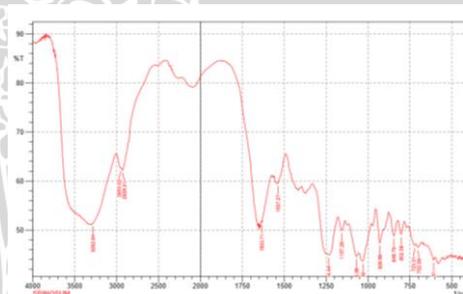
diangkat dan dilakukan pengujian (ketebalan, kuat tarik, elongasi, transmisi uap air, kadar air dan kelarutan). Dilakukan analisa anova dan jika dihasilkan nilai signifikan kurang dari 0,05 akan dilanjutkan dengan uji tukey. Untuk menentukan perlakuan terbaik digunakan analisa de garmo.

Perlakuan terbaik kemudian di uji lanjut SEM dan asam amino.

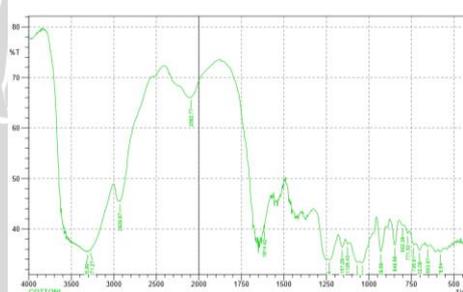
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Pendahuluan

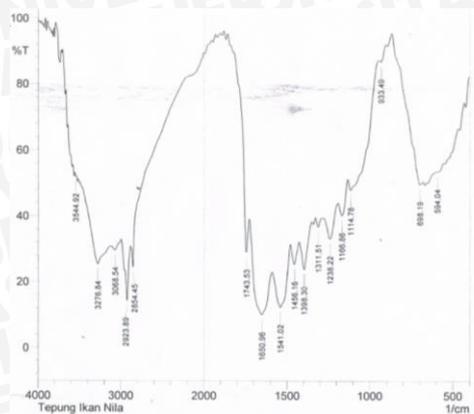
Pada penelitian pendahuluan dilakukan identifikasi bahan baku menggunakan analisa FTIR serta uji karakteristik fisik dan kimia *edible film*. Tujuannya adalah untuk menentukan konsentrasi terbaik dari campuran bahan pada proses pengolahan *edible film*.



Gambar 1. FTIR *Eucebeuma spinosum*



Gambar 2. FTIR *Eucebeuma cottonii*



Gambar 3. FTIR Tepung Ikan Nila

Pada analisa proksimat tepung ikan nila disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. 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

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 4.

Tabel 4. 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.

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 5**.

Tabel 5. 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	213.9	9.34	52.8	26.0
S ₀ C ₂	0.09	6	14.31	6	2
S ₁ C ₁	0.07	128.4	10.77	50.5	30.0
S _{0,5} C _{1,5}	0.10	9	45.0	2	4
S _{1,5} C _{0,5}	0.08	141.4	28.1	5	0
		5	47.4	25.2	
		97.70	0	2	
		225.0	28.1	29.2	
		6	3	5	

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

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 *Eucheuma spinosum* 1,5 % dan *Eucheuma cottonii* 0,5 % pada keseluruhan campuran bahan.



Hasil 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 *Euceuma spinosum* dan *Euceuma cottonii* dari hasil penelitian pendahuluan. Hasil analisa karakteristik fisik dan kimia *edible film* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film*

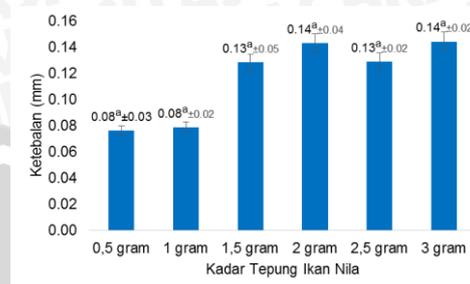
K. Sampel	Ketebalan	Kuat Tarik	Elongasi	T. U. Air	K. Air	Kelarutan
T _{0,5}	0,08	141,9	10,36	7,5	25,27	74,29
T ₁	0,08	124,6	9,09	7,1	22,55	66,49
T _{1,5}	0,13	71,22	8,56	6,2	21,41	61,72
T ₂	0,14	90,13	7,16	5,8	20,35	61,03
T _{2,5}	0,13	95,02	4,89	5,3	18,80	56,01
T ₃	0,14	95,95	3,66	4,8	17,26	50,02

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

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 %, *Euceuma spinosum* 1,5 % dan *Euceuma cottonii* 0,5 % pada keseluruhan campuran bahan.

Karakteristik *Edible Film*

Ketebalan



Gambar 4. Hasil Analisa Ketebalan *Edible Film*

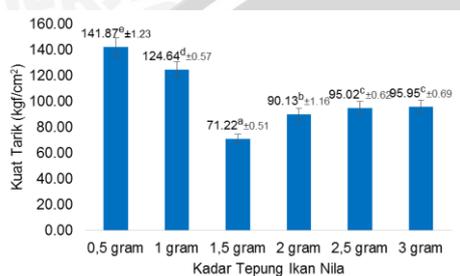
Hasil analisa ketebalan menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai ketebalan cenderung semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi tepung ikan nila yang semakin tinggi 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.

Kuat Tarik



Gambar 5. Hasil Analisa Kuat Tarik *Edible Film*

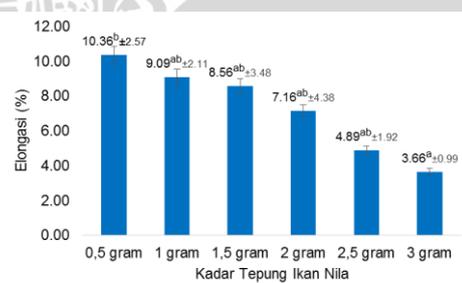
Hasil analisa kuat tarik menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai kuat tarik mengalami penurunan dan kenaikan. Kenaikan nilai kuat tarik *edible film*, dapat terjadi karena pengaruh 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 di ikat 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.

Elongasi



Gambar 6. Hasil Analisa Elongasi *Edible Film*

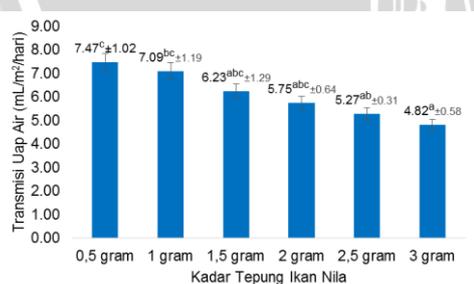
Hasil analisa elongasi menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai elongasi cenderung semakin rendah. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi tepung ikan nila yang semakin tinggi 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 %.

Transmisi Uap Air



Gambar 7. Hasil Analisa Tranmisi Uap Air *Edible Film*

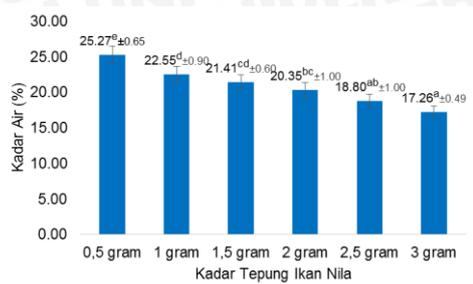
Hasil analisa tranmisi uap air menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan nila yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai transmisi uap air

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.

Kadar Air

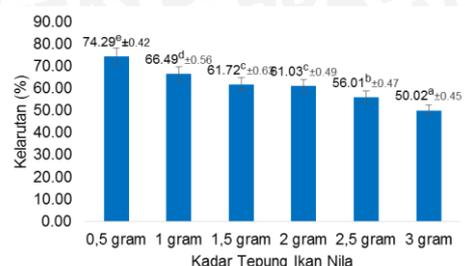


Gambar 8. Hasil Analisa Kadar Air *Edible Film*

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 %.

Kelarutan



Gambar 9. 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 Yuniarta (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 %.

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 7**.

Tabel 7. Nilai Perbandingan Hasil Analisa Karakteristik Produk dengan Produk Komersial dan Standar

No	Karakteristik	Produk	Nori	Standar JIS
1.	Ketebalan (mm)	0.08	0.05	≤ 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.	Kelclarutan (%)	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. Ketidaksiesuaian 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.

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 8**.

Tabel 8. 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)



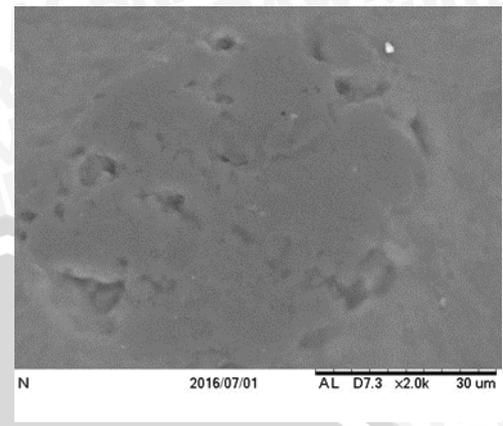
Berdasarkan data diatas, diketahui bahwa kandungan asam amino esensial pada bahan akan berkurang setelah melewati proses pengolahan *edible film*. Proses pengolahan yang menyebabkan pengurangan kadar asam amino dimungkinkan disebabkan oleh proses pemanasan. Campuran asam-asam amino menurut Winarno (2004),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

Analisa Morfologi Permukaan *Edible Film* dengan SEM

Analisa SEM (*Scanning Electron Microscope*) berfungsi untuk melihat komabilitas 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.



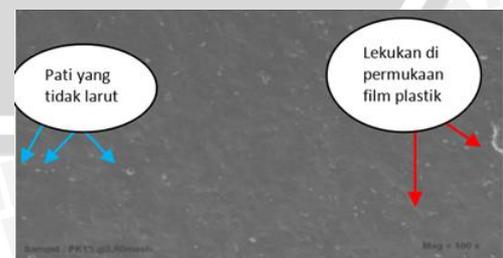
(a)



(b)

Gambar 10. 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 diblender. 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 11. Gumpalan pada *Edible Film* (Radhiyatullah *et al.*, 2015)



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 elektrostatis 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 elektrostatis yaitu air dengan muatan negatif grup sulfat dari molekul karaginan dan melalui ikatan hidrogen yaitu air pada gugus hidroksil disepanjang rantai karaginan.

Kesimpulan

Kombinasi tepung ikan nila 1 %, *Euचेuma spinosum* 1,5 % dan *Euचेuma 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 %.

Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Fardhyanti, D.S. dan Julianur S.S. 2015. Karakterisasi *Edible Film* Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan dari Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*).

- Bahan Alam Terbarukan, 4(2), pp.48–56.
- 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 Rumpun Laut (*Eucaema spinosum*) dengan Variasi Suhu Pelarut dan Waktu Operasi. *Teknik Kimia*, 1(1), pp.17–20.
- Khwalidia, 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.
- Lubis, Y.M., N.M. Erfiza, Ismaturrehmi dan Fahrizal. 2013. Pengaruh Konsentrasi Rumpun Laut (*Eucaema 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.
- 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.
- 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, B., Trilaksana 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.
- 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.
- 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 Karagenan Semi Murni Jenis *Eucaema cottonii*. *Teknologi Pangan*, 2(1), pp.50–67.
- Sutono, D. dan Pranoto Y. 2013. Ekstrak Rumpun Laut (*Kappaphycus alvarezii*) sebagai *Cross Linking Agent* pada Pembentukan *Edible Film* Gelatin Kulit Ikan Nila Hitam (*Oreochromis mossambicus*). *Agritech*, 33(2), pp.168–175.
- Syarifuddin, A. dan Yunianta. 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.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.