

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG IKAN LELE (*Clarias batrachus*)  
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE*  
FILM BERBAHAN *Eucheuma spinosum* DAN *Eucheuma cottonii***

**SKRIPSI**

Oleh:

**SINTIA HANDAYANI**

**NIM. 125080300111017**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG IKAN LELE (*Clarias batrachus*)  
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE*  
FILM BERBAHAN *Eucheuma spinosum* DAN *Eucheuma cottonii***

**SKRIPSI**

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

Oleh :  
**SINTIA HANDAYANI**  
**NIM. 125080300111017**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG IKAN LELE (*Clarias batrachus*)  
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE*  
FILM BERBAHAN *Eucheuma spinosum* DAN *Eucheuma cottonii***

Oleh:

**SINTIA HANDAYANI**

**125080300111017**

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 20 Mei 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing I



**Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes**  
**NIP. 19611022 198802 2 001**

Tanggal : **12 JUL 2019**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



**Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS**  
**NIP. 19600322 198601 1 001**

Tanggal : **12 JUL 2019**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan

Manajemen Sumberdaya Perairan



**Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP**  
**NIP. 19680919 200501 1 001**

Tanggal: **12 JUL 2019**

## IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG IKAN LELE (*Clarias batrachus*)  
DENGAN KONSENTRASI YANG BERBEDA TERHADAP  
KARAKTERISTIK KUALITAS *EDIBLE FILM* BERBAHAN CAMPURAN  
*Eucheuma.cottonii* DAN *Eucheuma spinosum***

Nama Mahasiswa : SINTIA HANDAYANI

NIM : 125080300111017

Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

### PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Dr. Ir. DWI SETIJAWATI, M.Kes

Pembimbing 2 : Prof. Dr. Ir. HAPPY NURSYAM, MS

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen penguji 1 : RAHMI NURDIANI, S.Pi,M.App.Sc,PhD

Dosen penguji 2 : Ir. SRI DAYUTI, MP

Tanggal Ujian : 20 Mei 2019

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis dengan judul “Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Lele (*Clarias batrachus*) dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Karakteristik *Edible Film* Berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, benar merupakan hasil karya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 20 Mei 2019

Mahasiswa

SINTIA HANDAYANI  
NIM. 125080300111017

## UCAPAN TERIMAKASIH

Mengucap syukur kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayahnya Laporan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Lele (*Clarias batrachus*) 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, Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan semangat, doa, pengarahan dan bimbingan sejak penyusunan proposal sampai dengan selesainya penyusunan laporan skripsi ini.
2. Kepada Ayah saya Eko Sudarsono, Ibu saya Siti Mariyam dan Adik saya Iche Egestiana Putri yang selalu memberikan do'a dan kasih sayangnya selama penyusunan laporan skripsi.
3. Serta teman-teman angkatan 2012 khususnya program studi THP yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, teman-teman seperguruan saya (Mbak Yulaika, Riska, Eka, Fina, Faridha, Evi dan Mbak Devy), teman teman kost D'88 (mbak Devina, mbak Lely, Tama, Dewi Kurnia, Risa, Kiki, Yana, Nia, Maritsa, Diana dan Tata) juga teman satu bimbingan saya (Iis Karyati dan Abdul Haris) yang selalu memberikan semangat untuk secepatnya menyelesaikan proposal 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, 20 Mei 2019

Penulis

## RINGKASAN

**SINTIA HANDAYANI.** Laporan Skripsi dengan judul Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Lele (*Clarias batrachus*) dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Karakteristik *Edible Film* Berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* (Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes., dan Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)

---

*Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* merupakan jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. 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 dapat dibuat dari tiga jenis bahan yakni hidrokoloid (alginat, karaginan, pati), lipid (lilin/wax, asam lemak) dan komposit dari keduanya.. Hidrokoloid memiliki gugus hidroksi yang mampu berikatan dengan protein serta air, sehingga membentuk matriks yang kuat. Penggunaan ikan lele (*Clarias batrachus*), sebagai bahan berbasis protein dalam pengolahan *edible film* perlu dilakukan. Budidaya ikan lele telah dilakukan secara intensif di Indonesia sehingga produksi ikan lele berlimpah dan mudah didapatkan. Pemanfaatan campuran bahan berupa *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele 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 lele 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 Lele 2,5 %, *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 lele yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai ketebalan cenderung semakin tinggi, nilai kuat tarik mengalami penurunan, nilai elongasi cenderung semakin menurun, nilai transmisi uap air mengalami penurunan, nilai kadar air cenderung semakin rendah dan nilai kelarutan cenderung mengalami penurunan dan kenaikan.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyajikan laporan skripsi yang berjudul Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Lele (*Claria batrachus*) dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Karakteristik *Edible Film* Berbahan Campuran Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. Pada penulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang terdiri dari pendahuluan pada bab 1, tinjauan pustaka pada bab 2, materi dan metodologi pada bab 3, hasil dan pembahasan pada bab 4, kesimpulan dan saran pada bab 5 serta lampiran. Dalam penulisan laporan ini penulis mengambil referensi dari buku, internet, artikel serta jurnal yang dapat mendukung pengerjaan laporan skripsi ini. Penulis menyadari dalam penulisan dan pembuatan laporan skripsi ini tentunya ada banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran sehingga dapat menjadi lebih sempurna dan bermanfaat bagi yang membutuhkan. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan para pembaca sekalian terutama mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, untuk dijadikan sebagai tambahan wawasan.

Malang, 20 Mei 2019

Sintia Handayani

## DAFTAR ISI

|                                                   | Halaman |
|---------------------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL.....                                | i       |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                           | iii     |
| IDENTITAS TIM PENGUJI .....                       | iv      |
| PERNYATAAN ORISINALITAS.....                      | v       |
| UCAPAN TERIMA KASIH.....                          | vi      |
| RINGKASAN .....                                   | vii     |
| KATA PENGANTAR .....                              | viii    |
| DAFTAR ISI.....                                   | ix      |
| DAFTAR GAMBAR .....                               | xii     |
| DAFTAR TABEL .....                                | xiii    |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                             | xiv     |
| <br><b>1. PENDAHULUAN</b>                         |         |
| 1.1 Latar Belakang .....                          | 15      |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                         | 17      |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                       | 17      |
| 1.4 Hipotesis Penelitian.....                     | 17      |
| 1.5 Tempat dan Waktu Penelitian .....             | 17      |
| <br><b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b>                    |         |
| 2.1 Rumput Laut .....                             | 19      |
| 2.1.1 <i>Eucheuma cottonii</i> .....              | 20      |
| 2.1.2 <i>Eucheuma spinosum</i> .....              | 22      |
| 2.2 <i>Edible Film</i>                            |         |
| 2.2.1 Definisi <i>Edible film</i> .....           | 23      |
| 2.2.2 Manfaat <i>Edible Film</i> .....            | 23      |
| 2.2.3 Bahan pembuatan <i>Edible Film</i> .....    | 24      |
| 2.2.4 Pembentukan <i>Edible Film</i> .....        | 25      |
| 2.2.5 Sifat <i>Edible Film</i>                    |         |
| 2.2.5.1 Ketebalan.....                            | 26      |
| 2.2.5.2 Kuat Tarik .....                          | 27      |
| 2.2.5.3 Elongasi .....                            | 27      |
| 2.2.5.4 Transmisi Uap Air .....                   | 28      |
| 2.2.5.5 Kadar Air.....                            | 28      |
| 2.2.5.6 Kelarutan .....                           | 29      |
| 2.2.6 Parameter kualitas <i>Edible Film</i> ..... | 29      |
| 2.3 Ikan Lele .....                               | 30      |
| 2.4 Tepung Ikan.....                              | 31      |
| 2.5 Plasticizer .....                             | 32      |
| <br><b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b>        |         |
| 3.1 Materi Penelitian                             |         |
| 3.1.1 Alat Penelitian .....                       | 34      |

|         |                                                 |    |
|---------|-------------------------------------------------|----|
| 3.1.2   | Bahan Penelitian .....                          | 34 |
| 3.2     | Metode Penelitian                               |    |
| 3.2.1   | Penelitian Pendahuluan.....                     | 35 |
| 3.2.1.1 | Rancangan Percobaan .....                       | 35 |
| 3.2.1.2 | Prosedur Penelitian Pendahuluan .....           | 36 |
| 3.2.2   | Penelitian Utama .....                          | 37 |
| 3.2.2.1 | Perlakuan dan Rancangan Percobaan P. Utama..... | 37 |
| 3.2.2.2 | Rancangan Percobaan Penelitian Utama.....       | 39 |
| 3.2.2.3 | Prosedur Penelitian Utama .....                 | 39 |
| 3.2.2.4 | Parameter Uji enelitian Utama .....             | 41 |
| 3.3     | Prosedur Analisa Parameter Uji                  |    |
| 3.3.1   | Prosedur Analisa Fisik                          |    |
| 3.3.1.1 | Uji Kuat Tarik dan Elongasi .....               | 41 |
| 3.3.1.2 | Uji Ketebalan .....                             | 42 |
| 3.3.1.3 | Uji Tranmisi Uap Air .....                      | 42 |
| 3.3.1.4 | Uji Kelarutan .....                             | 43 |
| 3.3.2   | Prosedur Analisa Uji Kimia                      |    |
| 3.3.2.1 | Uji Kadar Air.....                              | 43 |
| 3.3.2.2 | Uji Kadar Abu.....                              | 44 |
| 3.3.2.3 | Uji Kadar Protein.....                          | 45 |
| 3.3.2.4 | Uji Kadar Lemak .....                           | 46 |
| 3.3.2.5 | Uji Kadar Karbohidrat.....                      | 46 |
| 3.3.3   | Uji FTIR .....                                  | 47 |
| 3.3.4   | Uji Asam Amino.....                             | 47 |
| 3.3.5   | Uji SEM .....                                   | 48 |

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

|           |                                                                    |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1       | Bahan Baku                                                         |    |
| 4.1.1     | Rumput Laut.....                                                   | 49 |
| 4.1.1.1   | <i>Eucheuma spinosum</i> .....                                     | 49 |
| 4.1.1.2   | <i>Eucheuma cottonii</i> .....                                     | 51 |
| 4.1.2     | Tepung Ikan Lele                                                   |    |
| 4.1.2.1   | FTIR Tepung Ikan Lele .....                                        | 53 |
| 4.1.2.2   | Proksimat Tepung Ikan Lele.....                                    | 56 |
| 4.1.2.2.1 | Analisa Kadar Air.....                                             | 56 |
| 4.1.2.2.2 | Analisa Kadar Protein.....                                         | 57 |
| 4.1.2.2.3 | Analisa Kadar Abu.....                                             | 58 |
| 4.1.2.2.4 | Analisa Kadar Lemak .....                                          | 58 |
| 4.1.2.2.5 | Analisa Kadar Karbohidrat.....                                     | 59 |
| 4.2       | Analisa FTIR Campuran Bahan.....                                   | 59 |
| 4.2.1     | <i>Eucheuma spinosum</i> dan <i>Eucheuma cottonii</i> .....        | 60 |
| 4.2.2     | <i>Eucheuma spinosum</i> dan Tepung Ikan Lele .....                | 61 |
| 4.2.3     | <i>Eucheuma cottonii</i> dan Tepung Ikan Lele .....                | 62 |
| 4.2.4     | <i>E. spinosum</i> , <i>E. cottonii</i> dan Tepung Ikan Lele ..... | 63 |
| 4.3       | Penelitian Pendahuluan .....                                       | 65 |
| 4.3.1     | Kadar Air .....                                                    | 65 |

|           |                                                                |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.2     | Tranmisi Uap Air.....                                          | 67 |
| 4.3.3     | Ketebalan .....                                                | 68 |
| 4.3.4     | Elongasi .....                                                 | 70 |
| 4.3.5     | Kuat Tarik.....                                                | 71 |
| 4.4       | Perlakuan Terpilih Penelitian Pendahuluan.....                 | 72 |
| 4.5       | Penelitian Utama.....                                          | 72 |
| 4.5.1     | Hasil Analisa Ketebalan <i>Edible Film</i> .....               | 73 |
| 4.5.2     | Hasil Analisa Kuat Tarik <i>Edible Film</i> .....              | 74 |
| 4.5.3     | Hasil Analisa Elongasi <i>Edible Film</i> .....                | 76 |
| 4.5.4     | Hasil Analisa Tranmisi Uap Air <i>Edible Film</i> .....        | 78 |
| 4.5.5     | Hasil Analisa Kadar Air <i>Edible Film</i> .....               | 79 |
| 4.5.6     | Hasil Analisa Kelarutan <i>Edible Film</i> .....               | 81 |
| 4.6       | Perlakuan Terbaik Penelitian Utama .....                       | 83 |
| 4.7       | Analisa Morfologi Permukaan <i>Edible Film</i> dengan SEM..... | 84 |
| 4.8       | Analisis Asam Amino pada Perlakuan Terbaik .....               | 86 |
| <b>5.</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                              |    |
| 5.1       | Kesimpulan .....                                               | 88 |
| 5.2       | Saran .....                                                    | 89 |
|           | <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                                    | 90 |
|           | <b>LAMPIRAN</b> .....                                          | 95 |



## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                            | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. <i>Eucheuma cottonii</i> .....                                                 | 7       |
| 2. <i>Eucheuma spinosum</i> .....                                                 | 8       |
| 3. Ikan Lele .....                                                                | 16      |
| 4. Struktur Kimia Gliserol .....                                                  | 19      |
| 5. Spektra hasil uji FTIR <i>Eucheuma spinosum</i> .....                          | 46      |
| 6. Spektra hasil uji FTIR <i>Eucheuma cottoni</i> .....                           | 48      |
| 7. Spektra hasil uji FTIR Tepung Ikan Lele .....                                  | 50      |
| 8. Spektra FTIR campuran bahan <i>E.cottonii</i> dan <i>E.spinosum</i> .....      | 56      |
| 9. Spektra FTIR campuran bahan <i>E.spinosum</i> dan Tepung Ikan Lele .....       | 57      |
| 10. Spektra FTIR <i>E.cottonii</i> dan Tepung Ikan Lele.....                      | 58      |
| 11. Spektra FTIR <i>E.cottonii</i> , <i>E.spinosum</i> dan Tepung Ikan Lele ..... | 60      |
| 12. Hasil Kadar Air <i>edible film</i> .....                                      | 62      |
| 13. Hasil Tranmisi Uap air <i>edible film</i> .....                               | 63      |
| 14. Hasil Ketebalan <i>Edible Film</i> .....                                      | 64      |
| 15. Hasil Elongasi <i>Edible Film</i> .....                                       | 66      |
| 16. Hasil Kuat Tarik <i>Edible Film</i> .....                                     | 67      |
| 17. Hasil Ketebalan <i>Edible Film</i> PU .....                                   | 69      |
| 18. Hasil Kuat Tarik <i>Edible Film</i> PU .....                                  | 71      |
| 19. Hasil Elongasi <i>Edible Film</i> PU.....                                     | 73      |
| 20. Hasil Tranmisi Uap Air <i>Edible film</i> PU .....                            | 74      |
| 21. Hasil Kadar Air <i>Edible film</i> PU.....                                    | 76      |
| 22. Hasil Kelarutan Air <i>Edible film</i> PU .....                               | 78      |
| 23. Mikrostruktur <i>Edible Film</i> Hasil Analisa SEM .....                      | 81      |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                                                                        | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Kandungan unsur-unsur mikro pada rumput laut .....                                                                        | 16      |
| 2. Komposisi kimia rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> .....                                                                | 17      |
| 3. Komposisi kimia rumput laut kering <i>Eucheuma spinosum</i> .....                                                         | 19      |
| 4. Standar <i>edible film</i> .....                                                                                          | 26      |
| 5. Kandungan Nutrisi dalam Tepung Ikan.....                                                                                  | 28      |
| 6. Persyaratan Mutu Standar Tepung Ikan .....                                                                                | 28      |
| 7. Formulasi <i>edible film</i> berbahan <i>E. spinosum</i> dan <i>E. cottoni</i> .....                                      | 31      |
| 8. Rancangan percobaan penelitian pendahuluan .....                                                                          | 32      |
| 9. Formulasi <i>edible film E.spinsum, E.cottoni</i> dengan Tepung Ikan Lele.....                                            | 34      |
| 10. Rancangan percobaan penelitian utama.....                                                                                | 35      |
| 11. Gugus fungsi <i>Eucheuma spinosum</i> dibandingkan dengan Literatur .....                                                | 47      |
| 12. Gugus fungsi <i>Eucheuma cottonii</i> dibandingkan dengan Literatur .....                                                | 49      |
| 13. Gugus fungsi Tepung Ikan Lele dibandingkan dengan Literatur .....                                                        | 51      |
| 14. Nilai Gizi Tepung Ikan Lele.....                                                                                         | 52      |
| 15. Kesamaan Gugus Fungsi <i>Eucheuma spinosum</i> dan <i>Eucheuma cottoniii</i> ....                                        | 56      |
| 16. Kesamaan Gugus Fungsi <i>Eucheuma spinosum</i> dan tepung ikan lele .....                                                | 57      |
| 17. Kesamaan Gugus Fungsi <i>Eucheuma cottoniii</i> dan tepung ikan lele .....                                               | 59      |
| 18. Kesamaan Gugus Fungsi <i>E.spinsum</i> dan <i>E.cottonii</i> dan tepung.ikan lele .                                      | 60      |
| 19. Hasil uji karakteriktis <i>edible film</i> pada penelitian pendahuluan .....                                             | 61      |
| 20. Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Edible Film</i> .....                                                     | 68      |
| 21. Karakteristik kimia dan fisika <i>Edible film</i> perlakuan terbaik dan standar <i>edible film</i> .....                 | 80      |
| 22. Profil asam amino pada <i>edible film</i> berbahan <i>Eucheuma spinosum, Eucheuma cottonii</i> dan tepung ikan lele..... | 83      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                                                                                                                                        | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Diagram Alir Pembuatan Tahap Awal Sol Rumput Laut Kering .....                                                                               | 89      |
| 2. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ikan .....                                                                                                     | 90      |
| 3. Diagram Alir Pembuatan <i>Edible Film</i> Berbahan Campuran<br><i>Eucheuma cottoni</i> , <i>Eucheuma spinosum</i> dan Tepung Ikan Lele ..... | 91      |
| 4. Prosedur Analisa Kadar Air .....                                                                                                             | 92      |
| 5. Prosedur Analisa Protein .....                                                                                                               | 93      |
| 6. Prosedur Analisa Kadar Lemak .....                                                                                                           | 94      |
| 7. Prosedur Analisa Kadar Abu .....                                                                                                             | 95      |
| 8. Prosedur Analisa Kadar Karbohidrat .....                                                                                                     | 96      |
| 9. Prosedur Analisa Ketebalan .....                                                                                                             | 97      |
| 10. Prosedur Analisa Kuat Tarik dan Elongasi .....                                                                                              | 98      |
| 11. Prosedur Analisa Transmisi Uap Air .....                                                                                                    | 99      |
| 12. Prosedur Analisa Kelarutan .....                                                                                                            | 100     |
| 13. Data Perhitungan Ketebalan .....                                                                                                            | 101     |
| 14. Data Perhitungan Kuat Tarik .....                                                                                                           | 105     |
| 15. Data Perhitungan Elongasi .....                                                                                                             | 109     |
| 16. Data Perhitungan Tranmisi Uap Air .....                                                                                                     | 113     |
| 17. Data Perhitungan Kadar Air .....                                                                                                            | 117     |
| 18. Data Perhitungan Kelarutan .....                                                                                                            | 121     |

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Rumput laut atau *seaweed* secara ilmiah dikenal dengan istilah alga atau ganggang. Rumput laut termasuk salah satu anggota alga yang merupakan tumbuhan berklorofil. Dilihat dari ukurannya, rumput laut terdiri dari jenis mikroskopik dan makroskopik. Rumput laut tumbuh hampir diseluruh bagian hidrosfir sampai batas kedalaman 200 meter (Poncomulyo *et al.*, 2008). *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* merupakan jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. Hal tersebut dikarenakan manfaat serta teknik budidayanya yang relatif mudah dan murah. *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut merah (*Rhodophyta*) yang kaya akan pigmen fotosintesis dan juga pigmen yang lainya, yaitu klorofil a,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, fikobilin, neozantin dan zeaxanthin (Wulaningrum, 2012). Sedangkan *Eucheuma spinosum* mengandung karagenan yang merupakan polisakarida, suatu senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester kalium, natrium dan magnesium atau kalsium sulfat dengan galaktosa dan kopolimer 3,6 anhidrogalaktosa. Pemanfaatan karagenan antara lain untuk industri makanan dan obat-obatan, yaitu sebagai stabilisator, bahan pengental dan pengemulsi (Diharmi *et al.*, 2011).

*Edible film* secara umum dapat didefinisikan sebagai lapisan tipis yang di buat dari bahan-bahan yang layak untuk dimakan seperti protein, lipida dan polisakarida yang dilapiskan pada permukaan produk makanan dengan cara pencelupan, penyemprotan dan pengemasan (Pangesti *et al.*, 2014). *Edible film* itu sendiri dapat dibuat dari tiga jenis bahan yakni hidrokoloid (alginat, karaginan, pati), lipid (lilin/wax, asam lemak) dan komposit dari keduanya (Prasetyaningrum *et al.*, 2010). Diova *et al* (2013) juga menyatakan bahwa komponen penyusun *edible film* dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu; hidrokoloid, lipida, dan

komposit. 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.

Tepung ikan merupakan sumber protein hewani yang baik dan sumber mineral terutama kalsium dan fosfor. Protein tepung ikan memiliki kualitas yang baik karena mengandung asam amino esensial (methionine dan lisin) yang sangat dibutuhkan ikan. Tepung ikan dibuat dari ikan utuh atau limbah ikan industri (Khairuman dan Khairul, 2002). Karakteristik mekanik dan penghalang (*barrier*) *edible film* berbasis protein umumnya lebih baik daripada film berbasis polisakarida. Protein memiliki struktur yang spesifik (memiliki 20 monomer yang berbeda) yang menganugerahkan lebih luas potensi sifat fungsionalnya, terutama ikatan antar molekul yang tinggi. Protein dapat membentuk ikatan pada posisi yang berbeda sebagai fungsi dari suhu, kelarutan, pH, dan karakteristik aditifnya (*plasticizer*, agen pengikat). Konsentrasi protein, pH, suhu, waktu, kekuatan ion, dan kehadiran aditif, mampu memodifikasi kekuatan protein-protein dan interaksi protein-air, dengan demikian mengubah sifat fungsionalnya (Riyanto, 2014).

Pemanfaatan campuran bahan berupa *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* yang memiliki senyawa karaginan dan tepung ikan lele 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, dapat memperbaiki sifat mekanik *edible film* yang dihasilkan dan mampu menghambat laju transmisi uap air serta dapat meningkatkan masa simpan produk yang dilapisi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah penggunaan tepung ikan lele dengan konsentrasi yang berbeda dapat berpengaruh terhadap kualitas *edible film* berbahan rumput laut jenis *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

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

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah:

H0 : diduga penambahan tepung ikan lele dengan konsentrasi yang berbeda pada pembuatan *edible film* berbahan rumput laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* tidak berpengaruh terhadap kualitas *edible film* yang dihasilkan.

H1 : diduga penambahan tepung ikan lele dengan konsentrasi yang berbeda pada pembuatan *edible film* berbahan rumput laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* berpengaruh terhadap kualitas *edible film* yang dihasilkan.

## 1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian tentang pengaruh penambahan tepung ikan lele terhadap karakteristik *edible film* dari sol rumput laut jenis *Eucheuma sp.* dengan penambahan plasticizer gliserol dilakukan pada tanggal 18 Januari sampai dengan 30 April 2016 di Laboratorium Keamanan Hasil Pangan, Nutrisi Dan Pakan Ikani,

Penanganan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, dan  
Laboratorium Fisika Fakultas FMIPA Universitas Brawijaya, Malang.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Rumput Laut

Rumput laut atau seaweed secara ilmiah dikenal dengan istilah alga atau ganggang. Rumput laut termasuk salah satu anggota alga yang merupakan tumbuhan berklorofil. Dilihat dari ukurannya, rumput laut terdiri dari jenis mikroskopik dan makroskopik (Poncomulyo *et al.*, 2008). Rumput laut (sea weeds) atau yang biasa juga disebut ganggang (algae) merupakan tumbuhan berklorofil dimana seluruh bagian tanaman dapat menyerupai akar, batang, daun, atau buah semuanya disebut talus (Hudha *et al.*, 2012).

Suparmi dan Achmad (2009) mengatakan bahwa rumput laut atau seaweed merupakan salah satu tumbuhan laut yang tergolong dalam makroalga benthik yang banyak hidup melekat di dasar perairan. Rumput laut merupakan ganggang yang hidup di laut dan tergolong dalam divisi *thallophyta*. Klasifikasi rumput laut berdasarkan kandungan pigmen terdiri dari 4 kelas, yaitu rumput laut hijau (*Chlorophyta*), rumput laut merah (*Rhodophyta*), rumput laut coklat (*Phaeophyta*) dan rumput laut pirang (*Chrysophyta*).

Rumput laut adalah tanaman tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar, batang dan daun. Meskipun wujudnya tampak seperti ada perbedaan, tetapi sesungguhnya merupakan bentuk talus belaka. Rumput laut termasuk dalam jenis alga. Pada umumnya, alga dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu alga hijau (*Chlorophyceae*), alga hijau biru (*Cyanophyceae*), alga coklat (*Phaeophyceae*), dan alga merah (*Rhodophyceae*) (Winarno, 1996).

**Tabel 1.** Kandungan unsur-unsur mikro pada rumput laut.

| Unsur            | Kisaran kandungan dalam % berat kering |                |
|------------------|----------------------------------------|----------------|
|                  | Ganggang coklat                        | Ganggang merah |
| <b>Chlor</b>     | 9,8-15,0                               | 1,5-3,5        |
| <b>Kalium</b>    | 6,4-7,8                                | 1,0-2,2        |
| <b>Natrium</b>   | 2,6-3,8                                | 1,0-7,9        |
| <b>Magnesium</b> | 1,0-1,9                                | 0,3-1,0        |
| <b>Belerang</b>  | 0,7-2,1                                | 0,5-1,8        |
| <b>Silikon</b>   | 0,5-0,6                                | 0,2-0,3        |
| <b>Fosfor</b>    | 0,3-0,6                                | 0,2-0,3        |
| <b>Kalsium</b>   | 0,2-0,3                                | 0,4-1,5        |
| <b>Besi</b>      | 0,1-0,2                                | 0,1-0,15       |
| <b>Jod</b>       | 0,1-0,8                                | 0,1-0,15       |
| <b>Brom</b>      | 0,003-0,14                             | Di atas 0,005  |

Sumber : Winarno (1996)

### 2.1.1 *Eucheuma cottonii*

*Eucheuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. Hal tersebut dikarenakan manfaat dari pikokoloidnya yang besar yaitu karaginan dan agar serta teknik budidayanya yang relative mudah dan murah. *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut merah (*Rhodophyta*) yang kaya akan pigmen fotosintesis dan juga pigmen yang lainnya. Yaitu klorofil a,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, fikobilin, neozantin dan zeaxanthin (Wulaningrum, 2012).

*Eucheuma cottonii* sering disebut dengan *Kappaphycus alvarezii* karena rumput laut ini menghasilkan karaginan jenis kappa karaginan dan merupakan salah satu jenis rumput laut yang termasuk dalam kelas alga merah (*Rhodophyta*), klasifikasi *Kappaphycus alvarezii* menurut Atmadja *et al.*, (1996) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
 Divisio : Rhodophyta  
 Kelas : Rhodophyceae  
 Ordo : Gigartinales  
 Famili : Solieriaceae  
 Genus : *Eucheuma*  
 Spesies : *Eucheuma cottonii*



**Gambar 1.** *Eucheuma cottonii*  
(Sumber : [www.google.com/eucheumacottonii](http://www.google.com/eucheumacottonii))

*Eucheuma cottonii* mempunyai ciri-ciri fisik membentuk thallus silindris, permukaan licin, kartilagineous, warna hijau, warna kuning, abu-abu atau merah, penampakan thallus bervariasi mulai bentuk sederhana sampai kompleks. Duri-duri pada thallus runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari thallus. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke arah basal. Tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari (Atmadja, 1996).

**Tabel 2.** Komposisi kimia rumput laut *Eucheuma cottonii*

| Komponen                           | Jumlah |
|------------------------------------|--------|
| Protein (%)                        | 0,7    |
| Lemak (%)                          | 0,2    |
| Abu (%)                            | 3,4    |
| Serat pangan tidak larut (g/100g)* | 58,6   |
| Serat pangan larut (g/100g)*       | 10,7   |
| Mineral Zn (mg/g)                  | 0,01   |
| Mineral Mg (mg/g)                  | 2,88   |
| Mineral Ca (mg/g)                  | 2,80   |
| Mineral K (mg/g)                   | 87,10  |
| Mineral Na (mg/g)                  | 11,93  |

Sumber : santoso *et al.*, (2003)

Keterangan \* = basis kering

### 2.1.2 *Eucheuma spinosum*

*Eucheuma spinosum* merupakan salah satu jenis rumput laut dari kelas ganggang merah (*Rhodophyceae*). Klasifikasi *Eucheuma spinosum* menurut Atmadja et al., (1996) adalah sebagai berikut:

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



**Gambar 2.** *Eucheuma spinosum*  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

*Eucheuma spinosum* biasa dikenal dengan nama ilmiah *Eucheuma denticulatum* dan *Eucheuma muricatum* merupakan salah satu rumput laut penghasil utama iota karaginan. *Eucheuma spinosum* mempunyai ciri fisik berbentuk thallus bulat tegak, dengan ukuran panjang 5-30 cm, transparan, warna coklat kekuningan sampai merah kekuningan. Permukaan thallus tertutup oleh tonjolan yang berbentuk seperti duri-duri runcing yang tidak beraturan, duri tersebut ada yang memanjang seolah berbentuk seperti cabang. Tanaman tegak karena percabangannya yang rimbun dapat membentuk rumpun. Percabangan thallus tumbuh pada bagian yang tua ataupun muda tidak beraturan (Atmadja, 1996).

*Eucheuma spinosum* tergolong dalam kelas alga merah (*Rhodophyceae*) berbentuk thallus silindris, permukaan licin, berwarna coklat tua, hijau-coklat, hijau kuning atau merah-ungu. Ciri khusus secara morfologis, jenis ini memiliki duri- duri yang tumbuh berderet melingkar. *Eucheuma spinosum* mengandung karagenan yang merupakan polisakarida, suatu senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester kalium, natrium dan magnesium atau kalsium sulfat dengan galaktosa dan kopolimer 3,6 anhidrogalaktosa. Pemanfaatan karagenan antara lain untuk industri makanan dan obat-obatan. yaitu sebagai stabilisator, bahan pengental dan pengemulsi ( Diharmi et al., 2011).

**Tabel 3.** Komposisi kimia rumput laut kering *Eucheuma spinosum*

| Komponen              | Jumlah |
|-----------------------|--------|
| Air (%)               | 12,90  |
| Protein kasar (%)     | 5,12   |
| Lemak (%)             | 0,13   |
| Karbohidrat (%)       | 13,38  |
| Serat kasar (%)       | 1,39   |
| Abu (%)               | 14,21  |
| Kalsium (ppm)         | 52,85  |
| Besi (ppm)            | 0,108  |
| Tembaga (ppm)         | 0,768  |
| Vitamin B1 (mg/100 g) | 0,21   |
| Vitamin B2 (mg/100 g) | 2,26   |
| Vitamin C (mg/100 g)  | 43,00  |
| Karaginan (%)         | 65,75  |

Sumber: Poncomulyo (2006)

## 2.2 Edible Film

### 2.2.1 Definisi Edible film

*Edible film* merupakan lapisan tipis yang melapisi bahan pangan yang layak dikonsumsi, dan dapat terdegradasi oleh alam (Kusumawati, 2013). *Edible film* secara umum dapat didefinisikan sebagai lapisan tipis yang di buat dari bahan-bahan yang layak untuk dimakan seperti protein, lipida dan polisakarida yang dilapiskan pada atau antara permukaan produk makanan dengan cara pencelupan, penyemprotan dan pengemasan (Pangesti et al., 2014). *Edible film*

memiliki sifat dapat langsung dimakan dengan produk yang dikemas, sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan atau sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan atau untuk meningkatkan penanganan makanan. *Edible film* itu sendiri dapat dibuat dari tiga jenis bahan yakni hidrokoloid (alginat, karaginan, pati), lipid (lilin/wax, asam lemak), dan komposit dari keduanya (Prasetyaningrum, 2010)

*Edible film* ialah plastik *biodegradable* yang terbuat dari bahan organik yang berasal dari bahan-bahan terbarukan dan ekonomis yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan (Setiani *et al.*, 2013). Ditambahkan oleh Nurhayati dan Agusman (2011), bahwa *edible film* merupakan lapisan tipis dan kontinyu yang berupa interaksi rantai polimer serta dapat menghasilkan agregat polimer yang stabil dan lebih besar.

### 2.2.2 Manfaat *Edible Film*

*Edible film* digunakan sebagai pengemas makanan yang berfungsi untuk penghambat transfer massa (misalnya kelembapan, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan untuk meningkatkan penanganan makanan (Prasetyaningrum *et al.*, 2010). Ditambahkan oleh Pangesti *et al.*, (2014) kelebihan utama *edible film* terletak pada sifat biodegradablenya, sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan seperti halnya bahan pengemas sintetik.

*Edible film* merupakan suatu kemasan primer yang ramah lingkungan yang berfungsi untuk mengemas dan melindungi pangan, dan dapat menampilkan produk pangan karena bersifat transparan, serta dapat langsung dimakan bersama produk yang dikemas karena terbuat dari bahan pangan tertentu. Selain

itu, *edible film* juga dapat berfungsi sebagai bahan pembawa senyawa-senyawa seperti zat antibakteri, antioksidan, flavor maupun zat warna (Huri dan fithri, 2014)

Dalam pembuatan *edible film* diharapkan dapat melindungi makanan dengan baik, yaitu dapat menahan transfer uap air maupun air dari bahan pangan ke lingkungan dan sebaliknya, memiliki permeabilitas terhadap gas tertentu, dan dapat mempertahankan aroma bahan pangan sehingga dapat menjaga dan meningkatkan mutu bahan pangan tersebut. Selain itu plastik yang bersifat *biodegradable* dan dapat dimakan ini diharapkan mempunyai sifat mekanis yang baik sehingga dapat berfungsi sebagai pelindung makanan terhadap pengaruh mekanik dari lingkungan (Purwanti, 2010).

### 2.2.3 Bahan Pembuatan *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. 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.

Salah satu alternatif pembuatan *edible film* dari *biopolimer* adalah menggunakan hidrokoloid dari jenis polipeptida (protein) yaitu dengan tepung ikan lele (*Clarias batrachus*).

#### 2.2.4 Pembentukan *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 mencapai 100 ml (Fardhyanti dan Syara, 2015). Proses pemasakan dan struktur material bahan yang digunakan akan berpengaruh terhadap nilai transmisi uap air yang akan mempengaruhi kualitas *edible film* yang dihasilkan (Sudaryati *et al.*, 2010).

#### 2.2.5 Sifat *Edible Film*

##### 2.2.5.1 Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan *edible film* dalam pembentukan produk yang akan dikemasnya. Ketebalan dapat mempengaruhi laju trasnsmisi uap air, gas, dan

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

Ketebalan pada *edible film* diukur dengan menggunakan mikrometer, pengukuran dilakukan dengan cara menempatkan *edible film* diantara rahang mikrometer, sampel diuji dengan mengukur mikrometer pada lima titik yang berbeda pada permukaan *edible film*, kemudian dirata-rata untuk mendapatkan nilai ketebalan *edible film*. Micrometer yang digunakan mempunyai ketelitian 0,001 mm (Poeloengasih dan Marseno, 2003).

#### **2.2.5.2 Tensile Strength**

Kuat tarik *edible film* merupakan tarikan maksimal yang dapat dicapai sampai *edible film* tetap bertahan sebelum akhirnya sobek. Sifat kuat tarik merupakan sifat fisik yang berhubungan dengan kekuatan film untuk menahan kerusakan fisik produk pada saat pengemasan. *Edible film* dengan nilai kuat tarik yang tinggi diharapkan dapat melindungi produk dari kerusakan (Murdinah *et al.*, 2007).

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

#### **2.2.5.3 Elongasi**

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

memperoleh gaya tarik sampai *film* putus dibandingkan dengan panjang awalnya. Ketebalan *edible film* juga berbanding lurus terhadap pemnjangsan saat pemutusan *edible film* (Sinaga *et al.*, 2013).

#### 2.2.5.4 Laju Tranmisi Uap Air

Laju transmisi uap air atau *Water Vapour Transmission Rate (WVTR)* adalah laju transmisi uap air melalui satu unit luasan bahan dengan ketebalan tertentu dan permukaannya rata, sebagai akibat dari suatu perbedaan unti tekanan uap antara dua permukaan tertentu pada suhu dan kondisi tertentu (Krochta *et al.*, 1997 dalam Jacoeb *et al.*, 2014).

Permeabilitas uap air ialah jumlah uap air yang hilang persatuan waktu dibagi dengan luas area *edible film*. Oleh karena itu salah satu fungsi *edible film* adalah untuk menahan migrasi uap air, maka permeabilitasnya terhadap uap air harus serendah mungkin (Gontard, 1993 dalam Nugroho *et al.*, 2013)

#### 2.2.5.5 Kadar Air

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

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

Pengujian kadar air dilakukan guna untuk mengetahui kandungan air dalam *edible film* yang dihasilkan. Kadar air sangat mempengaruhi *kualitas edible film* ketika disimpan maupun diaplikasikan sebagai pengemas suatu produk (Diova *et al.*, 2013).

Pengukuran kadar air pada *edible film* adalah dengan menggunakan metode oven yang hanya dapat mengukur jumlah air bebas dalam bahan karena akan sulit untuk menguapkan air terikat pada bahan hanya dengan pemanasan suhu 105°C (Kusumawati, 2013).

#### 2.2.5.6 Kelarutan

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

#### 2.2.6 Parameter Kualitas Edible Film

Sifat-sifat *edible film* seperti sifat mekanik dapat menentukan kualitas *edible film* yang dihasilkan. Sifat mekanik ini meliputi nilai kuat tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan (*elongation*) serta kuat tarik. Selain sifat mekanik sifat kimia (nilai kadar air) juga mempengaruhi *film* yang dihasilkan. Sifat mekanik *edible*

*film* ditentukan oleh komposisi bahan disamping proses pembuatan dan metode aplikasinya yang dapat mempengaruhi fungsi dan penampilan *edible film*. Standar *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 4**. Dibawah ini:

**Tabel 4.** Standar *edible film*

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

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

### 2.3 Ikan Lele

Dalam taksonomi hewan, menurut Suryaningsih (2014), ikan Lele diklasifikasikan sebagai berikut:

|              |                            |
|--------------|----------------------------|
| Regnum       | : Animalia                 |
| Phylum       | : Vertebrata               |
| Superclassis | : Pisces                   |
| Classis      | : Osteichthyes             |
| Ordo         | : Ostariophysi             |
| Subordo      | : Siluroidae               |
| Familia      | : Clariidae                |
| Genus        | : Clarias                  |
| Spesies      | : <i>Clarias batrachus</i> |



**Gambar 3.** Ikan Lele  
(Sumber: [www.google.com/ikanlele](http://www.google.com/ikanlele))

Ikan lele mempunyai bentuk badan yang berbeda dengan ikan lainnya, sehingga dapat dengan mudah dibedakan dengan jenis-jenis ikan lain. Ikan lele memiliki bentuk badan yang memanjang, berkepala pipih, tidak bersisik, memiliki empat pasang kumis yang memanjang sebagai alat peraba, dan memiliki alat pernapasan tambahan larborescent organ. Bagian depan badan ikan lele membulat, sedang bagian tengah dan belakang berbentuk pipih (Suryaningsih, 2014)

Mulut terletak pada ujung moncong (terminal) dengan dilengkapi 4 buah sungut (kumis). Mulut lele dilengkapi gigi atau hanya berupa permukaan kasar di mulut bagian depan. Di dekat sungut, terdapat alat olfaktori yang berfungsi untuk perabaan dan penciuman serta penglihatan yang kurang berfungsi dengan baik. Lele memiliki tiga buah sirip tunggal, yakni sirip punggung (dorsal), sirip ekor (caudal), dan sirip dubur (anal). Sirip punggung dan sirip dubur tersebut berfungsi untuk menjaga keseimbangan. Sirip dadanya dilengkapi dengan sirip yang keras dan runcing yang disebut patil.

## 2.4 Tepung ikan

Tepung ikan merupakan sumber protein hewani yang baik dan sumber mineral terutama kalsium dan fosfor. Protein tepung ikan memiliki kualitas yang baik karena mengandung asam amino esensial (methionine dan lisin) yang sangat dibutuhkan ikan. Tepung ikan dibuat dari ikan utuh atau limbah ikan industri (Khairuman dan Khairul, 2002)

Teknologi pengolahan tepung ikan didasarkan pada proses pemasakan dan pengeringan bahan mentah ikan. Terdapat dua metode utama pengolahan tepung ikan yang telah ditepaskan secara komersial, yaitu pengolahan sistem kering. Proses sistem basah digunakan untuk produksi tepung ikan dengan bahan mentah ikan berlemak tinggi (>5%) seperti ikan lemuru. Pengolahannya meliputi pengukusan, pengepresan, pengeringan, penggilingan, hingga diperoleh tepung ikan kering. Cara kering digunakan untuk ikan-ikan yang kandungan lemaknya rendah (5%). Prosesnya meliputi: penggilingan kasar, pengeringan, pengepresan, penggilingan halus, hingga diperoleh tepung ikan yang cukup halus (Apriliana 2010).

Afrianto dan Evy (1989) mengatakan bahwa komposisi tepung ikan tidak saja tergantung pada spesies ikan yang digunakan, tetapi juga dipengaruhi oleh bentuk

dan kualitas bahan baku yang digunakan. Adapun komposisi tepung ikan adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.** Kandungan Nutrisi dalam Tepung Ikan

| Komponen Nutrisi | Jumlah (%) |
|------------------|------------|
| <b>Protein</b>   | 60 – 75    |
| <b>Lemak</b>     | 6 – 14     |
| <b>Kadar Air</b> | 4 – 12     |
| <b>Kadar Abu</b> | 6 – 18     |

Persyaratan mutu standar tepung ikan dapat dilihat pada **Tabel 6.** dibawah ini:

**Tabel 6.** Persyaratan Mutu Standar Tepung Ikan

| Komposisi                        | Mutu I  | Mutu II | Mutu III |
|----------------------------------|---------|---------|----------|
| <b>Kadar Air (%) maksimum</b>    | 10      | 12      | 12       |
| <b>Protein kasar (%) minimum</b> | 65      | 55      | 45       |
| <b>Abu (%) maksimum</b>          | 1,5     | 2,5     | 3        |
| <b>Lemak (%) maksimum</b>        | 20      | 25      | 30       |
| <b>Serat kasar</b>               | 8       | 10      | 12       |
| <b>Ca (%)</b>                    | 2,5-5,0 | 2,5-6,0 | 2,5-7,0  |
| <b>P (%)</b>                     | 1,6-3,2 | 1,6-4,0 | 1,6-4,7  |
| <b>NaCl (%) maksimum</b>         | 2       | 3       | 4        |

Sumber: SNI (1996).

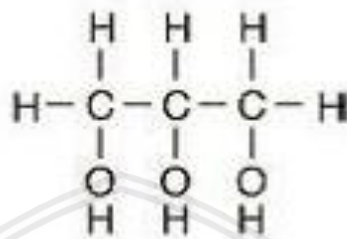
## 2.5 Plasticizer

*Edible film* yang terbuat dari protein dan polisakarida bersifat rapuh, sehingga membutuhkan plasticizer untuk meningkatkan elastisitas film. Molekul plasticizer mengurangi daya ikat rantai protein serta meningkatkan elastisitas dan fleksibilitas bahan film. Jumlah plasticizer yang ditambahkan ke dalam persiapan pembentukan film hidrokoloid bervariasi antara 10% dan 60% berat hidrokoloid. Yang paling umum digunakan sebagai plasticizer adalah: gliserol, sorbitol, poliol (propilen glikol), polietilen glikol, oligosakarida dan air (Murni,2013).

*Plastisizer* berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hydrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer. Syarat

plastisizer yang digunakan sebagai zat pelembut adalah stabil (inert), yaitu tidak terdegradasi oleh panas dan cahaya, tidak merubah warna polimer dan tidak menyebabkan korosi (Akbar, 2013).

Struktur kimia gliserol dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Struktur kimia gliserol (Winarno 1997)



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

##### 3.1.1 Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua berdasarkan proses dan tahap penelitian, yaitu proses pembuatan edible film dari rumput laut segar peralatan yang digunakan adalah beaker glass 500ml, gelas ukur 100ml, baskom, blender, pisau, nampan plastic, timbangan digital, spatula, solet, kain lap, jam dan waterbath. Sedangkan alat yang digunakan untuk proses pembuatan tepung ikan adalah pisau, nampan, baskom, oven, loyang, kompor, panci, blencu, blender, ayakan dan jam.

Peralatan yang digunakan untuk uji fisik edible film diantaranya adalah thermometer, beaker glass 500 ml, kulkas, gunting, beakerglass 25 ml, gelas ukur 10 ml, penggaris, imada force measurement tipe ZP-200N, hand micrometer, sedangkan alat yang digunakan untuk uji kimia edible film adalah botol timbang, desikator, *crushable tank*, loyang, timbangan dan oven.

##### 3.1.2 Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *eucheuma spinosum* dan *eucheuma cottonii* serta ikan Lele (*Clarias batrachus*) bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah rumput laut *eucheuma spinosum* dan *euchema cottonii* kering dan bersih, air, aquadest, kertas label, dan gliserol. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat tepung ikan lele adalah ikan lele dan air, sedangkan bahan yang digunakan untuk uji kimia dan fisika adalah silica gel, tissue dan kertas label.

### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yang terbagi dalam dua tahapan yaitu, penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan secara sengaja dengan memberikan perlakuan atau treatment tertentu terhadap subjek penelitian untuk membangkitkan keadaan atau kejadian yang akan diteliti serta bagaimana akibatnya (Jaedun, 2011).

#### 3.2.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan perlu dilakukan guna mendapatkan acuan data dan hasil untuk penelitian utama, agar hasil yang diperoleh dari penelitian utama valid. Penelitian pendahuluan yang dilakukan meliputi penelitian eksperimen untuk menentukan konsentrasi bahan yang akan digunakan untuk penelitian utama. Perlakuan pada penelitian meliputi konsentrasi dari rumput laut segar jenis *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*. Pada penelitian ini menggunakan satu variable yaitu variable bentuk rumput laut segar (sol) sebagai bahan dalam pembuatan *edible film*, sedangkan konsentrasi rumput laut yang digunakan adalah 2% dari keseluruhan konsentrasi bahan penyusun *Edible*. 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%), A5 (*E. spinosum* 1.5% : *E. cottonii* 0.5%). Formulasi *edible film* dari sol *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada **Tabel 7**. berikut:

**Tabel 7.** Formulasi *edible film* berbahan *E. spinosum* dan *E. cottonii*

| Perlakuan<br>(perbandingan <i>Eucheuma spinosum</i> dan <i>Eucheuma cottonii</i> ) | Konsentrasi                  |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                                                                    | <i>Eucheuma spinosum</i> (%) | <i>Eucheuma cottonii</i> (%) |
| A1                                                                                 | 2                            | 0                            |
| A2                                                                                 | 0                            | 2                            |
| A3                                                                                 | 1                            | 1                            |
| A4                                                                                 | 0.5                          | 1.5                          |
| A5                                                                                 | 1.5                          | 0.5                          |

\*formulasi lain : *Plasticizer* 1% dan *Aquades* 97%

### 3.2.1.1 Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian pendahuluan ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) terhadap perbandingan konsentrasi bahan yang digunakan dengan 100% total keseluruhan bahan dalam pembuatan *Edible* yang berpengaruh terhadap kualitas *Edible film* sehingga menghasilkan konsentrasi yang terbaik.

Desain rancangan percobaan untuk penelitian pendahuluan dapat dilihat pada **Tabel 8**. Dibawah ini:

**Tabel 8.** Rancangan percobaan penelitian pendahuluan

| Perlakuan | Ulangan |      |      |      |      |
|-----------|---------|------|------|------|------|
|           | 1       | 2    | 3    | 4    | 5    |
| <b>A1</b> | A1.1    | A1.2 | A1.3 | A1.4 | A1.5 |
| <b>A2</b> | A2.1    | A2.2 | A2.3 | A2.4 | A2.5 |
| <b>A3</b> | A3.1    | A3.2 | A3.3 | A3.4 | A3.5 |
| <b>A4</b> | A4.1    | A4.2 | A4.3 | A4.4 | A4.5 |
| <b>A5</b> | A5.1    | A5.2 | A5.3 | A5.4 | A5.5 |

Keterangan:

A1 : perbandingan *E. spinosum* 2 (2%) : *E. cottonii* 0 (0%)

A2 : perbandingan *E. spinosum* 0 (0%) : *E. cottonii* 2 (2%)

A3 : Perbandingan *E. spinosum* 1 (1%) : *E. cottonii* 1 (1%)

A4 : Perbandingan *E. spinosum* 0,5 (0.5%) : *E. cottonii* 1,5 (1.5%)

A5 : Perbandingan *E. spinosum* 1,5 (1.5%) : *E. cottonii* 0,5 (0.5%)

Penentuan banyaknya ulangan yang dipakai pada penelitian pendahuluan adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

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

$\mu$  : rata-rata umum

$\alpha_i$  : pengaruh perlakuan ke-*i*

$\epsilon_{ij}$  : galat pada perlakuan ke-*i*, ulangan ke-*j*

Penentuan ulangan adalah sebagai berikut:

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

$5(n-1) \geq 15$

$5n-5 \geq 15$

$5n \geq 20$

$n \geq 4$

### 3.2.1.2 Prosedur Penelitian Pendahuluan

Prosedur kerja penelitian pendahuluan adalah pembuatan sol rumput laut *E. spinosum* dan *E. cottonii* didasarkan pada metode penelitian Hardoko (2008) yang telah dimodifikasi yaitu, pertama rumput laut *E. spinosum* dan *E. cottonii* dari petani dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan pasir, lumut dan kotoran lain yang menempel pada rumput laut dengan menggunakan sikat gigi. Setelah itu rumput laut yang sudah bersih dijemur di bawah sinar matahari sampai kering untuk mengurangi kadar air pada bahan. Dilanjutkan dengan perendaman 2 gram rumput laut dalam 97 ml aquades selama 8 – 24 jam, hingga tekstur rumput laut dapat dipatahkan dengan jari, kemudian ditambahkan gliserol sebagai *plasticizer* sebanyak 1 ml dan di blender hingga halus. 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. Setelah 24 jam akan terbentuk *lembaran edible film*, kemudian diangkat dan dilakukan pengujian.

### 3.2.2 Penelitian Utama

Penelitian utama ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan konsentrasi bahan yang digunakan dengan tepung ikan lele yang berpengaruh terhadap kualitas *edible film* dari rumput laut segar, sehingga didapatkan perbandingan konsentrasi yang optimum 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 kombinasi perlakuan penambahan tepung

ikan lele. Faktor perlakuan yang digunakan dalam penelitian utama ini adalah perbandingan konsentrasi bahan dengan tepung ikan lele sebanyak A1 (0,5%), A2 (1%), A3 (1,5%), A4 (2%), A5 (2,5) dan A6 (3%) dengan penambahan gliserol 1% dari 100% keseluruhan total bahan penyusun *edible film*. Formulasi *edible film* berbahan rumput laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan penambahan tepung ikan lele dapat dilihat pada **Tabel 9** dibawah ini:

**Tabel 9.** Formulasi *edible film* berbahan rumput laut *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan penambahan tepung ikan lele.

| Perlakuan | Konsentrasi Padatan |                    |                  |
|-----------|---------------------|--------------------|------------------|
|           | Rumput Laut         |                    | Tepung Ikan Lele |
|           | <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                |

Berdasarkan perlakuan yang digunakan, maka penelitian ini dapat dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan perbandingan konsentrasi dilakukan dalam lima kali ulangan. Model matematik untuk RAL adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

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

$\mu$  : rata-rata umum

$\alpha_i$  : pengaruh perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  : galat pada perlakuan ke-I, ulangan ke-j

Penentuan ulangan adalah sebagai berikut:

$$t(n-1) \geq 15$$

$$6(n-1) \geq 15$$

$$6n-1 \geq 15$$

$$n \geq 21$$

$$n \geq 3.5 \approx 4$$

dengan t = jumlah perlakuan n = jumlah ulangan

### 3.2.2.2 Rancangan Percobaan Penelitian Utama

Desain rancangan percobaan pada penelitian utama yang akan dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 10**.

**Tabel 10.** Rancangan percobaan penelitian utama

| Perlakuan | Ulangan |      |      |      |
|-----------|---------|------|------|------|
|           | 1       | 2    | 3    | 4    |
| <b>A1</b> | A1.1    | A1.2 | A1.3 | A1.4 |
| <b>A2</b> | A2.1    | A2.2 | A2.3 | A2.4 |
| <b>A3</b> | A3.1    | A3.2 | A3.3 | A3.4 |
| <b>A4</b> | A4.1    | A4.2 | A4.3 | A4.4 |
| <b>A5</b> | A5.1    | A5.2 | A5.3 | A5.4 |
| <b>A6</b> | A6.1    | A6.2 | A6.3 | A6.4 |

Keterangan:

A1 (1,5 : 0,5 : 0,5) : *E. spinosum* 1,5% : *E. cottonii* 0,5%: tepung lele 0,5%  
A2 (1,5 : 0,5 : 1) : *E. spinosum* 1,5% : *E. cottonii* 0,5%: tepung lele 1%  
A3 (1,5 : 0,5 : 1,5) : *E. spinosum* 1,5%: *E. cottonii* 0,5%: tepung lele 1,5%  
A4 (1,5 : 0,5 : 2) : *E. spinosum* 1,5%: *E. cottonii* 0,5%: tepung lele 2%  
A5 (1,5 : 0,5 : 2,5) : *E. spinosum* 1,5%: *E. cottonii* 0,5%: tepung lele 2,5%  
A6 (1,5 : 0,5 : 3) : *E. spinosum* 1,5%: *E. cottonii* 0,5%: tepung lele 3%

### 3.2.2.3 Prosedur Penelitian Utama

Langkah kerja dalam penelitian utama terdiri dalam beberapa tahapan, diantara adalah:

#### 1). Pembuatan tepung ikan lele

Prosedur pembuatan tepung ikan menurut Pang *et al.*, (2013), melewati beberapa tahapan, pertama proses penghilangan duri dan pemisahan daging dengan tulang, duri dan kulit pada ikan lele. Kemudian pengecilan ukuran atau pelumatan pada daging dengan menggunakan *cooper*, setelah itu dilakukan pengukusan. Pengukusan ikan bertujuan untuk mengkoagulasi (menggumpalkan) 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  $\pm 1$  jam, setelah pengukusan dilakukan pengeringan pada oven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 45$

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  $\pm 60$  menit, kemudian penggilingan yang bertujuan untuk menghancurkan gumpalan-gumpalan daging. Proses terakhir adalah pengayakan, pengayakan merupakan pemisahan berbagai campuran partikel padatan yang mempunyai berbagai ukuran bahan dengan menggunakan ayakan berukuran  $\pm 100$  mesh.

## 2). Prosedur pembuatan *edible film*

Prosedur dalam pembuatan *edible film* dari sol rumput laut segar didasarkan pada metode penelitian Irfandi (2014), yang telah dimodifikasi yaitu, Rumput laut kering ditimbang sebanyak konsentrasi (*E. spinosum* 1,5% : *E. cottonii* 0,5%), kemudian direndam dalam aquades sebanyak lebih kurang 94 mL selama  $\pm 24$  jam sampai tekstur rumput laut dapat dipatahkan dengan jari. Kemudian diblender dan ditambahkan gliserol sebanyak 1 mL dan tepung ikan lele sesuai konsentrasi (A1= 0,5%; A2= 1%; A3= 1,5%; A4= 2%; A5= 2,5%; A6= 3%) dan diblender kembali untuk menghomogenkan campuran bahan. Kemudian dipanaskan pada *waterbath* dengan suhu 80-90°C selama 30 menit. Kemudian sol dituang dalam nampan plastik dan diratakan, lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 50-55°C selama 24 jam hingga membentuk lembaran tipis *edible film*, kemudian diangkat dan dilakukan pengujian.

### 3.2.2.4 Parameter Uji Penelitian Utama

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian utama meliputi parameter fisik dari *edible film* yang meliputi uji kuat tarik/*tensile strength* dan elongasi (Setiani *et al.*, 2013), ketebalan (Warkoyo *et al.*, 2014), laju transmisi uap air (*American Standard Testing and Material*, 1980), dan kelarutan (Dick *et al.*, 2015), serta parameter kimia yaitu uji proksimat (*Association of Analytical Communities*, 2005), FTIR (Anam *et al.*, 2007), analisa asam amino (*Association of Analytical Communities*, 2005), Uji SEM (Setiani *et al.*, 2013) pada perlakuan terbaik.

## 3.3 Prosedur Analisa Parameter Uji

### 3.3.2 Prosedur Analisa Fisika

#### 3.3.2.1 Uji *Tensile Strength* dan Elongasi (Setiani *et al.*, 2013)

Pengujian kuat tarik atau *tensile strength* dilakukan dengan cara ujung sampel dijepit dengan menggunakan mesin penguji *tensile*. Selanjutnya dicatat nilai ketebalan dan panjang awal sampel. Kemudian tekan tombol *start* pada komputer, alat akan menarik sampel dengan kecepatan 100 mm/menit sampai sampel putus. Nilai kuat tarik didapatkan dari hasil pembagian tegangan maksimum dengan luas penampang melintang. Luas penampang melintang didapatkan dari hasil perkalian panjang awal sampel dengan ketebalan awal sampel. Rumus untuk menghitung kuat tarik dan elongasi adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:  $\pi$  : Kuat tarik (Mpa)  
 $F_{\max}$ : Tegangan maksimum (N)  
 $A$  : luas penampang melintang (mm<sup>2</sup>)

Pengukuran elongasi dilakukan dengan cara yang sama seperti pada pengukuran kuat tarik, namun perpanjangan atau elongasi dinyatakan dalam persentase, dengan rumus:

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

### 3.3.2.2 Pengukuran Ketebalan (Warkoyo *et al.*, 2014)

Pengukuran ketebalan pada *edible film* dilakukan dengan menggunakan mikrometer manual (mitutoyo, japan) dengan ketelitian 0,001 mm. pengukuran ketebalan dilakukan pada beberapa titik yang berbeda untuk mendapatkan ketelitian kemudian dirata-rata untuk mendapatkan hasil nilai ketebalan.

### 3.3.2.3 Pengujian Laju Transmisi Uap Air (*American Standard Testing and Material*, 1980)

Sebelum melakukan pengujian sampel *film* dipotong sesuai ukuran, kemudian potongan *film* direkatkan pada wadah pertama yang berisi 5,2 ml aquades (1/4 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 *film* (m<sup>2</sup>)

### 3.3.1.4 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:

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

### 3.3.2 Prosedur Analisa Kimia

#### 3.3.2.1 Pengujian Kadar Air (*Association of Analytical Communities, 2005*)

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°C, kemudian 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, kemudian dioven pada suhu 100-105°C selama 6 jam, kemudian 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 (g)
- B : berat cawan dan sampel sebelum dioven (g)
- C : berat cawan dan sampel setelah dioven (g)

### 3.3.2.2 Pengujian Kadar Abu (*Association of Analytical Communities*, 2005)

Kadar abu dianalisa dengan metode oven. Prinsipnya ialah pengabuan atau pembakaran bahan-bahan organik yang diuraikan menjadi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), 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  $100\text{-}105^\circ\text{C}$ , kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit untuk menghilangkan uap air dan ditimbang sebagai berat A. kemudian sampel ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan dalam cawan dan ditimbang sebagai berat B, selanjutnya cawan yang berisi sampel dibakar diatas tungku pembakar sampai tidak lagi mengeluarkan asap, setelah itu dilakukan pengabuan di dalam tanur bersuhu  $550\text{-}600^\circ\text{C}$  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 (g)

B : berat cawan dan sampel sebelum pengabuan (g)

C : berat sampel dan cawan setelah pengabuan (g)

### 3.3.2.3 Pengujian Kadar Protein (*Association of Analytical Communities*, 2005)

Metode yang digunakan dalam Analisis 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 g, kemudian dimasukkan dalam labu kjeldhall 100 mL, dan ditambahkan dengan ¼ tablet kjeldhal, kemudian didestruksi (pemanasan dalam keadaan mendidih) sampai larutan menjadi hijau jernih dan SO<sub>2</sub> 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 indikator (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:

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

Dengan:

- V<sub>a</sub> : ml HCl untuk titrasi sampel
- V<sub>b</sub> : 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 (g)

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

#### 3.3.2.4 Pengujian Kadar Lemak (*Association of Analytical Communities, 2005*)

Analisis kadar lemak menggunakan metode sokhlet. Dengan prinsip ekstraksi lemak dalam sampel dengan pelarut lemak non polar. Prosedur analisis kadar lemak sebagai berikut: 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, dan ditutup dengan kapas lalu dimasukkan dalam alat ekstraksi sokhlet yang telah dihubungkan 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 (g)

B : berat sampel (g)

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

### 3.3.2.5 Pengujian Karbohidrat (Standar Nasional Indonesia, 1992)

Pengukuran kadar karbohidrat total dalam sampel dihitung berdasarkan perhitungan (dalam %) yang ditentukan dengan metode *by difference* yaitu dengan perhitungan melibatkan kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak. Perhitungan %karbohidrat ialah 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 ( $\text{cm}^{-1}$ ) atau panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ).

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

#### **3.3.4 Analisa Asam Amino (*Association of Analytical Communities*, 2005)**

Analisa 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*. Prosedur uji SEM pada *edible film* ialah 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.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Bahan Baku

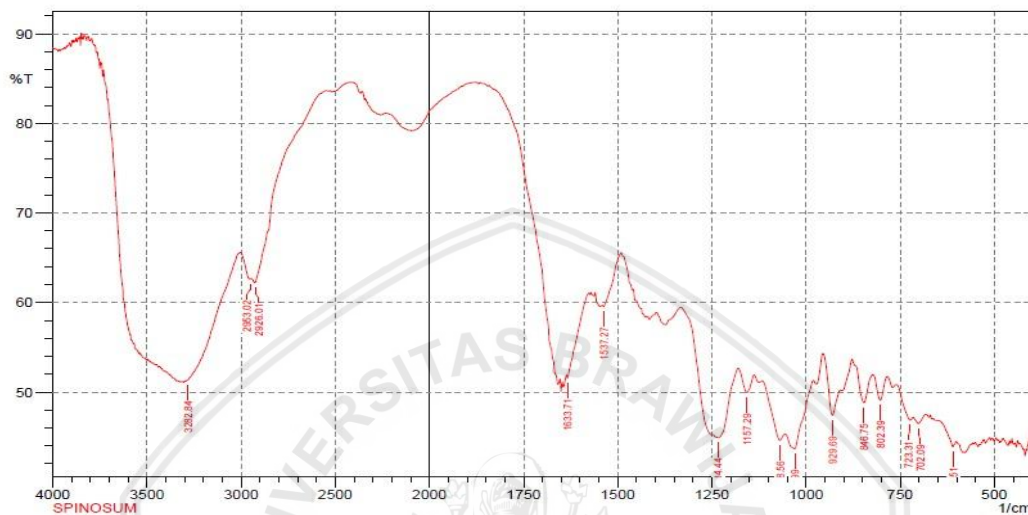
#### 4.1.1 Rumput Laut

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa rumput laut dari jenis *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang diperoleh dari daerah Madura. Rumput laut tersebut digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan *edible film* dengan bentuk sol. Pengolahan rumput laut menjadi produk kering dan produk basah siap olah dan siap makan masih sangat sedikit jumlahnya. Pembuatan *edible film* dengan sol rumput laut ini merupakan salah satu cara untuk mengolah produksi rumput laut yang melimpah dan penanganan pasca panen dengan teknologi pemanfaatan yang mudah pengaplikasiannya oleh nelayan. Hidrokoloid dapat diperoleh dari rumput laut dalam bentuk sol tanpa mengalami proses pengolahan yang rumit, murah, mudah dan kandungan nutrisinya tetap terjaga. Sol rumput laut dan karagenan sama-sama mempunyai kemampuan dalam membentuk gel (Trowulan, 2005). Selain rumput laut bahan baku yang digunakan adalah ikan lele yang akan dibuat tepung ikan. Ikan lele diperoleh dari pasar Dinoyo, Malang.

##### 4.1.1.1 *Eucheuma spinosum*

*Eucheuma spinosum* adalah salah satu jenis rumput laut dari alga merah yang dapat menghasilkan karagenan jenis iota karagenan. *Eucheuma spinosum* juga dapat membentuk sol. Sol *Eucheuma spinosum* dan iota karagenan sama-sama mempunyai kemampuan untuk membentuk gel. Perbedaan keduanya hanya terletak pada kekuatan gelnnya saja, dimana iota karagenan mempunyai sifat gel yang lebih kuat karena kandungan 6-sulfat ester telah hilang pada proses pembuatan karagenan dengan penambahan alkali. *Eucheuma spinosum* menghasilkan sol yang jernih dan membentuk gel yang elastis (Trowulan, 2005).

Analisis gugus fungsi pada *Eucheuma spinosum* menggunakan FTIR merk SHIMADZHU di laboratorium sentral MIPA Universitas Negeri Malang. Pengukuran data dilakukan pada daerah bilangan gelombang 500-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Spektra hasil uji FTIR dapat dilihat pada **Gambar 5**. Berikut ini:



**Gambar 5.** Spektra hasil uji FTIR *Eucheuma spinosum*

Berdasarkan hasil karakteristik dengan spektra pada Gambar 5. menunjukkan beberapa gugus fungsional yang terkandung pada *Eucheuma spinosum*. Hasil serapan inframerah menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik pada bilangan gelombang 702-846  $\text{cm}^{-1}$  yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 690-900  $\text{cm}^{-1}$ , daerah serapan inframerah pada bilangan gelombang 929,69  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 675-995  $\text{cm}^{-1}$ , serapan inframerah pada bilangan gelombang 1068-1234  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O gugus alkohol, eter, asam karboksilat, ester yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1050-1300  $\text{cm}^{-1}$ , bilangan gelombang 1537,27  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa nitro yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1500-1570  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus C=C cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1500-1600  $\text{cm}^{-1}$ , adanya gugus C=C alkena yang ditunjukkan dengan adanya bilangan gelombang pada serapan inframerah

1633,71  $\text{cm}^{-1}$  yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1610-1680  $\text{cm}^{-1}$ , serapan inframerah 2926-2953  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970  $\text{cm}^{-1}$  dan 1340-1470  $\text{cm}^{-1}$ , dan adanya gugus O-H fenol/alkohol ikatan hidrogen yang muncul pada bilangan gelombang 3282,84  $\text{cm}^{-1}$  yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3200-3600  $\text{cm}^{-1}$ .

Hasil analisa spektra FTIR *Eucheuma spinosum* tersebut selanjutnya dibandingkan dengan hasil penelitian Diharmi *et al.*, (2011) tentang karakteristik karagenan hasil isolasi *Eucheuma spinosum* (alga merah) dari perairan Sumenep, Madura yang disajikan pada **Tabel 11**.

**Tabel 11.** Gugus fungsi *Eucheuma spinosum* dibandingkan dengan Literatur

| Puncak Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )* | puncak Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )** | Gugus Fungsi |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|
| 1068,56                                | 1070                                    | C-O          |
| 3283,84                                | 3201,82                                 | O-H          |

Keterangan : \*) : daerah serapan inframerah *Eucheuma spinosum* hasil penelitian

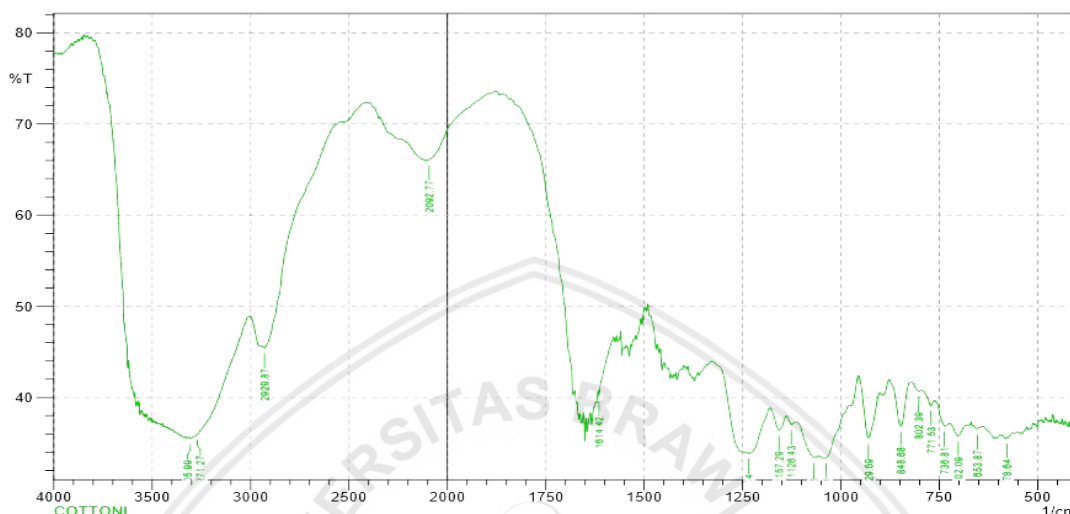
\*\*) : Diharmi *et al.*, (2011)

Hasil spektra FTIR *Eucheuma spinosum* pada Tabel 11, menunjukkan adanya gugus fungsi yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Diharmi *et al.*, (2011), terdapat gugus C-O alkohol/eter/asam karboksilat/ester pada bilangan gelombang 1070  $\text{cm}^{-1}$ , serta pada bilangan gelombang 3201,82  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus O-H fenol/alkohol ikatan hidrogen.

#### 4.1.1.2 *Eucheuma cottonii*

*Eucheuma cottonii* merupakan salah satu rumput laut dari jenis alga merah. *Eucheuma cottonii* mampu menghasilkan kappa karagenan, sehingga sering disebut sebagai *Kappaphycus alvarezii*. *Eucheuma cottonii* yang didapatkan dari Madura kemudian dicuci bersih dan di keringkan, kemudian dilakukan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR merk SHIMADZHU di laboratorium sentral MIPA

Universitas Negeri Malang. Pengukuran data dilakukan pada daerah serapan inframerah bilangan gelombang antara 500-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Spektra hasil uji FTIR dapat dilihat pada **Gambar 6.** berikut ini:



**Gambar 6.** Spektra hasil uji FTIR *Eucheuma cottonii*

Berdasarkan hasil karakteristik dengan spektra pada Gambar 6. Menunjukkan beberapa gugus fungsional yang terkandung pada *Eucheuma cottonii*. Daerah serapan inframerah pada bilangan gelombang 702-848,68  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3010-3100  $\text{cm}^{-1}$  dan 690-900  $\text{cm}^{-1}$ , adanya gugus C-H alkena yang muncul pada bilangan gelombang 702-929,69  $\text{cm}^{-1}$  yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3010-3095  $\text{cm}^{-1}$  dan 675-995  $\text{cm}^{-1}$ , daerah serapan inframerah pada bilangan gelombang 1068-1234,44  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C-O alkohol/eter/asam karboksilat/ester yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1050-1300  $\text{cm}^{-1}$ , adanya gugus C=C alkena yang ditunjukkan pada bilangan gelombang 1614,42  $\text{cm}^{-1}$  yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1610-1680  $\text{cm}^{-1}$ , muncul bilangan gelombang 2092-2929,87  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970  $\text{cm}^{-1}$  dan 1340-1470  $\text{cm}^{-1}$ , daerah serapan

inframerah pada bilangan gelombang  $3271,27\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol yang biasanya muncul pada bilangan gelombang  $3200\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$ , muncul gugus N-H amina/amida pada bilangan gelombang  $3305,99\text{ cm}^{-1}$  yang yang biasanya muncul pada bilangan gelombang  $3300\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$ .

Hasil analisa spektra FTIR *Eucheuma cottonii* tersebut selanjutnya dibandingkan dengan hasil penelitian Zulferiyenni *et al.*, (2014) tentang pengaruh konsentrasi glierol dan tapioka terhadap karakteristik *biodegradable film* berbasis ampas rumput laut *Eucheuma cottonii* yang disajikan pada **Tabel 12**.

**Tabel 12.** Gugus fungsi *Eucheuma cottonii* dibandingkan dengan Literatur

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

Keterangan : \*) : Daerah serapan inframerah *Eucheuma cottonii* hasil penelitian  
 \*\*) : Zulferiyenni *et al.*, (2014)

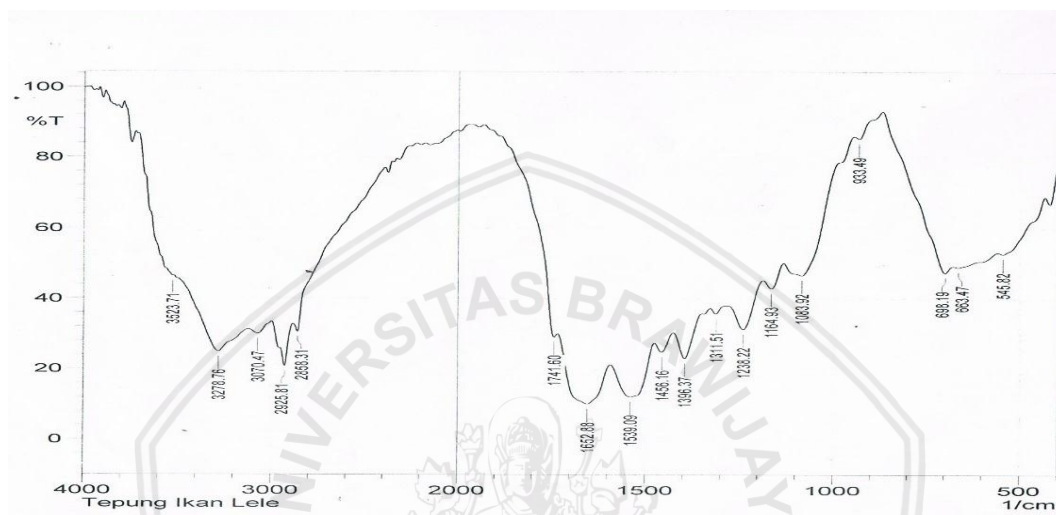
Hasil spektra FTIR *Eucheuma cottonii* pada Tabel 12, menunjukkan adanya gugus fungsi yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zulferiyenni *et al.*, (2014), yaitu terdapat gugus C-H alkena pada bilangan gelombang  $899,45\text{ cm}^{-1}$ , selanjutnya pada bilangan gelombang  $1646,06\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C=C alkena, dan terdapat gugus C-H alkana pada bilangan gelombang  $2903,90\text{ cm}^{-1}$ .

#### 4.1.2 Tepung Ikan Lele

##### 4.1.2.1 FTIR Tepung Ikan Lele

Tepung ikan merupakan salah satu produk hasil perikanan tinggi protein hewani. Tepung ikan ialah produk yang diperoleh dari penggilingan ikan dengan kadar air rendah dan diperoleh dari suatu reduksi bahan mentah menjadi produk yang sebagian besar terdiri dari komponen protein ikan. Salah satu ikan yang

berpotensi adalah ikan lele. Ikan lele yang sudah dibuat tepung selanjutnya dilakukan uji FTIR. Analisis gugus fungsi pada tepung ikan lele menggunakan FTIR merk SHIMADZHU di laboratorium kimia FMIPA universitas brawijaya, Malang. Pengukuran data dilakukan pada daerah bilangan gelombang 500-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Spektra hasil uji FTIR dapat dilihat pada **Gambar 7**. berikut ini:



**Gambar 7.** Spektra hasil uji FTIR tepung ikan lele

Berdasarkan hasil karakteristik dengan spektra pada Gambar 7. menunjukkan beberapa gugus fungsional yang terkandung pada tepung ikan lele yang muncul pada berbagai daerah serapan inframerah. Daerah serapan inframerah yang pertama yaitu pada bilangan gelombang 700,11  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 690-900  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H alkena muncul pada bilangan gelombang 935,41  $\text{cm}^{-1}$  yang biasanya muncul pada daerah serapan inframerah 675-995  $\text{cm}^{-1}$ , adanya daerah serapan inframerah pada bilangan gelombang 1114-1238,22  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C-O alkohol/eter/asam karboksilat/ester yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1050-1300  $\text{cm}^{-1}$ , adanya gugus C-N amina/amida pada bilangan gelombang 1311,51  $\text{cm}^{-1}$  yang biasanya muncul pada daerah serapan inframerah 1180-1360  $\text{cm}^{-1}$  dan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa nitro yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1500-

1570  $\text{cm}^{-1}$  dan 1300-1370  $\text{cm}^{-1}$ , pada bilangan gelombang 1394-1461,94  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya senyawa C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970  $\text{cm}^{-1}$  dan 1340-1470  $\text{cm}^{-1}$ , adanya gugus C=C cincin aromatik pada bilangan gelombang 1539,09  $\text{cm}^{-1}$  yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1500-1600  $\text{cm}^{-1}$ , pada bilangan gelombang 1650,96  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C=C alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1610-1680  $\text{cm}^{-1}$ , daerah serapan inframerah pada bilangan gelombang 1745,46  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C=O aldehyd/keton/asam karboksilat/ester yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1690-1760  $\text{cm}^{-1}$ , daerah serapan inframerah berikutnya pada bilangan gelombang 2852-2923,89  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970  $\text{cm}^{-1}$  dan 1340-1470  $\text{cm}^{-1}$ , pada bilangan gelombang 3072,39  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3010-3095  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3010-3100  $\text{cm}^{-1}$ , adanya gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol pada bilangan gelombang 3274-3523,71  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3200-3600  $\text{cm}^{-1}$ .

Hasil analisa spektra FTIR tepung ikan lele tersebut selanjutnya dibandingkan dengan hasil penelitian Martianingsih dan Lukman (2010) yang disajikan pada **Tabel 13**.

**Tabel 13.** Gugus fungsi Tepung Ikan Lele dibandingkan dengan Literatur

| Puncak Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )* | Puncak Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )** | Gugus Fungsi |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|
| 2923,89                                | 2926,9                                  | C-H          |
| 3532,71                                | 3437,8                                  | O-H          |
| 3072,39                                | 3047,9                                  | C-H          |
| 1745,46                                | 1650                                    | C-O          |

Keterangan : \*) : Daerah serapan inframerah Tepung ikan lele hasil penelitian

\*\*) : Martianingsih dan Lukman (2010)

Hasil spektra FTIR tepung ikan lele pada Tabel 13, menunjukkan adanya gugus fungsi yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Martianingsih dan Lukman (2010), bahwa terdapat gugus C-H alkana pada bilangan gelombang 2926,9  $\text{cm}^{-1}$ , selanjutnya pada bilangan gelombang 3437,8  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol, dan gugus C-H aromatik yang muncul pada bilangan gelombang 3047,9  $\text{cm}^{-1}$ , serta pada bilangan gelombang 1650  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C=O aldehyd/keton/asam karboksilat/ester.

#### 4.1.2.2 Proksimat Tepung Ikan Lele

Hasil pengujian analisis proksimat pada tepung ikan leledapat dilihat pada

**Tabel 14.** Sebagai berikut :

**Tabel 14.** Nilai Gizi Tepung Ikan Lele

| Komposisi   | Nilai Gizi (%) <sup>*</sup> | Nilai Gizi Tepung Ikan (%) <sup>**</sup> |         |          |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------|----------|
|             |                             | Mutu I                                   | Mutu II | Mutu III |
| Kadar Air   | 8,68                        | 10                                       | 12      | 12       |
| Protein     | 65,98                       | 65                                       | 55      | 45       |
| Abu         | 8,19                        | 1,5                                      | 2,5     | 3        |
| Lemak       | 9,10                        | 20                                       | 25      | 30       |
| Karbohidrat | 8,14                        | -                                        | -       | -        |

\*Nilai gizi tepung ikan hasil penelitian      \*\*Nilai gizi standart BSN (1996)

##### 4.1.2.2.1 Kadar Air Tepung Ikan Lele

Berdasarkan Tabel 14, kadar air tepung ikan lele sebesar 8,68%, sedangkan menurut BSN (1996) mengenai SNI 01-2715-1996 kadar air yang dapat dimiliki tepung ikan maksimal 10% untuk tepung ikan mutu I, dan 12% untuk tepung ikan mutu II dan III. Berdasarkan standar mutu tepung ikan yang telah ditetapkan oleh BSN (1996) mengenai SNI 01-2715-1996 tersebut, maka tepung ikan pada penelitian ini memenuhi persyaratan mutu kadar air untuk tepung ikan mutu I. Rendahnya air pada penelitian ini dapat dipengaruhi oleh proses

pemerasan (*pressing*) dan juga proses pengeringan. Semakin lama proses pengeringan maka semakin rendah kadar air yang ada dalam tepung ikan tersebut. Proses penyimpanan juga dapat mempengaruhi kualitas tepung ikan apabila penyimpanannya kurang baik maka ia dapat menyerap uap air yang ada di lingkungannya karena tepung ikan bersifat higroskopis. Menurut Fatmawati dan Mardiana (2014), nilai kadar air tepung ikan kurang dari 6% jarang ditemui, karena pada nilai tersebut tepung ikan akan bersifat higroskopis. Apabila kandungan kadar airnya terlalu sedikit maka akan terjadi keseimbangan dengan kelembapan tempat penyimpanan tepung. Jika kadar air berada diatas 10% maka akan menurunkan kualitas tepung ikan karena dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme. Menurut Purwaningsih *et al.*, (2013), suhu dan waktu pengolahan akan berpengaruh terhadap nilai kadar air suatu bahan pangan, semakin tinggi suhu dan lama waktu pengolahan akan mengakibatkan banyak air dalam bahan pangan keluar.

#### 4.1.2.2.2 Kadar Protein Tepung Ikan Lele

Berdasarkan Tabel 14, kadar protein tepung ikan lele sebesar 65,98%. Sesuai dengan standart mutu ikan yang telah ditetapkan oleh BSN (1996) mengenai SNI 01-2715-1996, maka tepung ikan pada penelitian ini memenuhi persyaratan mutu protein untuk tepung ikan mutu I. Menurut Purwaningsih *et al.*, (2013), kadar protein dalam ikan dapat berubah bergantung pada jenis spesies dan cara pengolahannya. Pengolahan menggunakan suhu tinggi mengakibatkan jumlah air bebas menghilang dan terjadinya koagulasi sehingga tekstur daging semakin padat, protein akan mengalami denaturasi sehingga membentuk struktur yang lebih sederhana yang dapat menyebabkan berkurangnya kadar protein dalam suatu bahan, selain itu panas akan menyebabkan sebagian protein larut

dan ikut hilang bersama dengan air yang keluar dari daging, seperti protamin, histon, pepton dan proteosa.

#### **4.1.2.2.3 Kadar Abu Tepung Ikan Lele**

Berdasarkan Tabel 14, kadar abu tepung ikan lele sebesar 8,19%, kadar tersebut lebih tinggi dari kadar abu yang telah ditetapkan oleh BSN (1996) mengenai SNI 01-2715-1996 untuk kadar abu tepung ikan yang seharusnya memiliki nilai sebesar 1,5% untuk tepung ikan mutu I, 2,5% untuk tepung ikan mutu II, dan 3% untuk tepung ikan mutu III. Berdasarkan standar mutu tepung ikan yang telah ditetapkan oleh BSN (1996) mengenai SNI 01-2715-1996 tersebut, maka tepung ikan pada penelitian ini tidak memenuhi persyaratan mutu kadar abu dari ketiga mutu tepung ikan di atas. Hal ini diduga karena masih banyaknya kandungan mineral dalam tepung ikan lele karena proses pencucian bahan baku ikan yang kurang bersih serta proses penyiangan yang kurang maksimal. Selain itu, adanya kandungan abu yang tidak larut dalam asam yang cukup tinggi, yang menunjukkan adanya pasir atau kotoran lain pada sampel yang diuji (Lestari *et al.*, 2013).

#### **4.1.2.2.4 Kadar Lemak Tepung Ikan Lele**

Berdasarkan Tabel 14, kadar lemak tepung ikan lele sebesar 9,10%, kadar tersebut lebih rendah dari kadar lemak yang telah ditetapkan oleh BSN (1996) mengenai SNI 01-2715-1996 untuk kadar lemak tepung ikan yang seharusnya memiliki nilai maksimum 20% untuk tepung ikan mutu I, kadar lemak maksimum 25% untuk tepung ikan mutu II, dan kadar lemak maksimum 30% untuk tepung ikan mutu III. Berdasarkan standar mutu tepung ikan yang telah ditetapkan oleh BSN (1996) mengenai SNI 01-2715-1996 tersebut, maka tepung ikan pada penelitian ini memenuhi persyaratan mutu kadar abu dari ketiga mutu tepung ikan

di atas berdasarkan nilai kadar lemak. Rendahnya kadar lemak pada penelitian ini dikarenakan minyak sudah banyak terpisah dari produk sejak pengolahan tepung ikan, seperti pada proses pencucian, pengukusan, dan pemerasan (*pressing*). Hal ini sesuai dengan pendapat Laili (2010), yang menyatakan bahwa proses perebusan dan *pressing* pada pengolahan tepung ikan akan menghilangkan sebagian kandungan air dan minyak pada ikan. Kandungan lemak yang tinggi menyebabkan produk akan cepat mengalami perubahan mutu, terutama akan menyebabkan pembusukan yang diakibatkan dari proses oksidasi sehingga menimbulkan bau tengik. Menurut Purwaningsih *et al.*, (2013), rendahnya nilai kadar lemak dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemanasan, hal ini berkaitan dengan sifat lemak yang berbentuk padat pada suhu kamar, sedangkan suhu yang digunakan untuk pengukusan adalah  $\pm 100^{\circ}\text{C}$  sehingga lemak akan mencair dan hilang bersama dengan air.

#### 4.1.2.2.5 Kadar Karbohidrat Tepung Ikan Lele

Berdasarkan Tabel 14, kadar karbohidrat tepung ikan lele sebesar 8,05%. Kadar karbohidrat pada tepung ikan yang tinggi diduga disebabkan oleh peningkatan kandungan gizi yang lain karena biasanya perhitungan kadar karbohidrat menggunakan metode *by-difference* yang sangat bergantung pada besarnya kadar gizi yang lain (Rustanti *et al.*, 2012). Menurut Mervina (2009), tingginya kandungan karbohidrat disebabkan karena terjadinya pengurangan sebagian besar air dan lemak pada proses pengepresan ikan sehingga kadar karbohidrat meningkat.

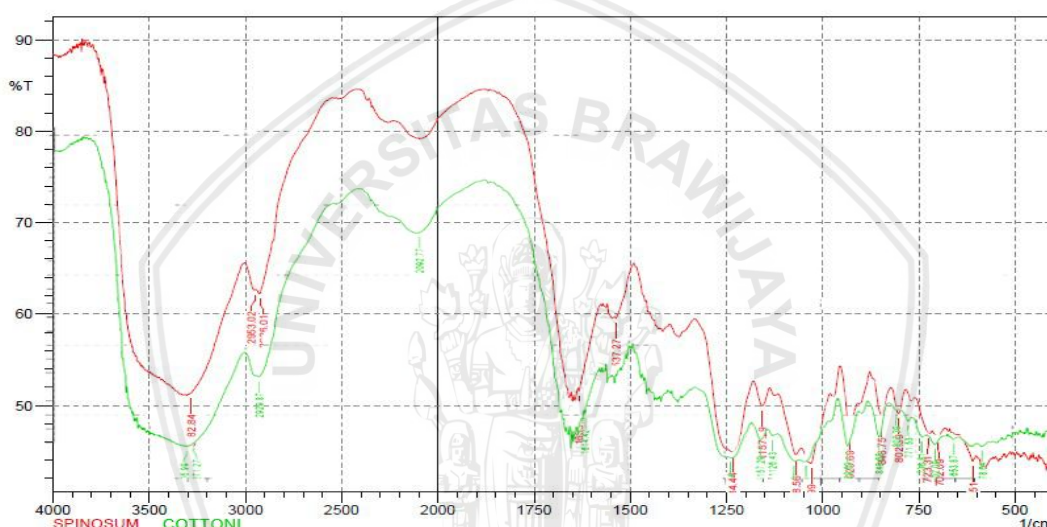
#### 4.2 Hasil FTIR Campuran Bahan

Analisa FTIR pada campuran bahan dalam pembuatan *edible film* dilakukan untuk mengetahui hasil serapan inframerah pada gugus fungsi yang tidak jauh

berbeda. Hal ini menunjukkan keidentikan senyawa yang dihasilkan antar komponen bahan penyusun *edible film* (Meilanny *et al.*, 2015).

#### 4.2.1 *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*

Sifat kompatibilitas antara *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dapat terbentuk karena terdapat kesamaan pada gugus fungsional yang dimilikinya. Spektra penggabungan hasil uji FTIR dapat dilihat pada **Gambar 8** berikut ini:



**Gambar 8.** FTIR *E.cottonii* dan *E.spinosum*

Hasil analisa FTIR antara *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada **Tabel 15**.

**Tabel 15.** Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*

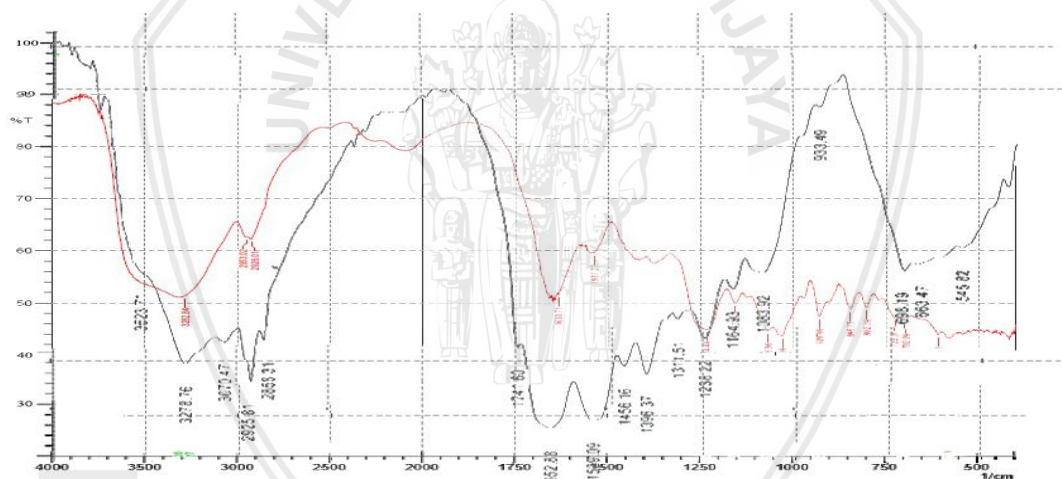
| Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> ) |                          | Gugus Fungsi |
|----------------------------------------|--------------------------|--------------|
| <i>Eucheuma spinosum</i>               | <i>Eucheuma cottonii</i> |              |
| 702-846,75                             | 702-848,68               | C-H          |
| 702-929,69                             | 702-929,69               | C-H          |
| 1068-1234,44                           | 1068-1234,44             | C-O          |
| 1633,71                                | 1614,42                  | C=C          |
| 2926-2953,02                           | 2092-2929,87             | C-H          |
| 3282,84                                | 3271,27                  | O-H          |

Pada Tabel 15 menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki antara *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yaitu adanya gugus C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 690-900 cm<sup>-1</sup>, gugus

C-H alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 675-995  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-O alkohol/eter/seter/asam karboksilat yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1050-1300  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C=C alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1610-1680  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970  $\text{cm}^{-1}$ , gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3200-3600  $\text{cm}^{-1}$ .

#### 4.2.2 *Eucheuma spinosum* dan Tepung Ikan Lele

Sifat kompatibilitas antara *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan lele dapat terbentuk jika terdapat kesamaan pada gugus fungsional yang dimiliki keduanya. Spektra penggabungan hasil uji FTIR dapat dilihat pada **Gambar 9** berikut ini:



**Gambar 9.** FTIR *Eucheuma spinosum* dan Tepung ikan lele

Hasil analisa FTIR antara *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan lele dapat dilihat pada **Tabel 16**.

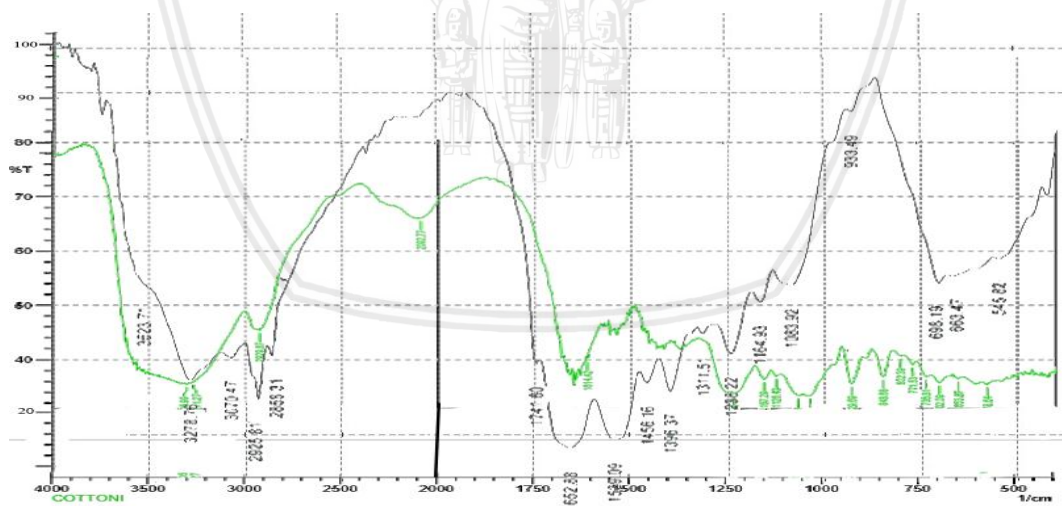
**Tabel 16.** Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan lele

| Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) |                  | Gugus Fungsi |
|-----------------------------------------|------------------|--------------|
| <i>Eucheuma spinosum</i>                | Tepung Ikan Lele |              |
| 702,09                                  | 700,11           | C-H          |
| 929,69                                  | 935,41           | C-H          |
| 1068-1234,44                            | 1114-1238,22     | C-O          |
| 2926-2953,02                            | 2852-2923,89     | C-H          |
| 1633,71                                 | 1650,96          | C=C          |
| 3282,84                                 | 3274,91          | O-H          |

Pada Tabel 16. menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki antara *Eucheuma spinosum* dan tepung ikan lele yaitu adanya gugus C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 690-900  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 675-995  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-O alkohol/eter/seter/asam karboksilat yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1050-1300  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C=C alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1610-1680  $\text{cm}^{-1}$ , gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3200-3600  $\text{cm}^{-1}$ .

#### 4.2.3 *Eucheuma cottonii* dan Tepung Ikan Lele

Sifat kompatibilitas antara *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele dapat terbentuk jika terdapat kesamaan pada gugus fungsional yang dimilikinya. Spektra penggabungan hasil uji FTIR dapat dilihat pada **Gambar 10** berikut ini:



**Gambar 10.** FTIR *Eucheuma cottonii* dan Tepung Ikan Lele

Hasil analisa FTIR antara *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele dapat dilihat pada **Tabel 17**.

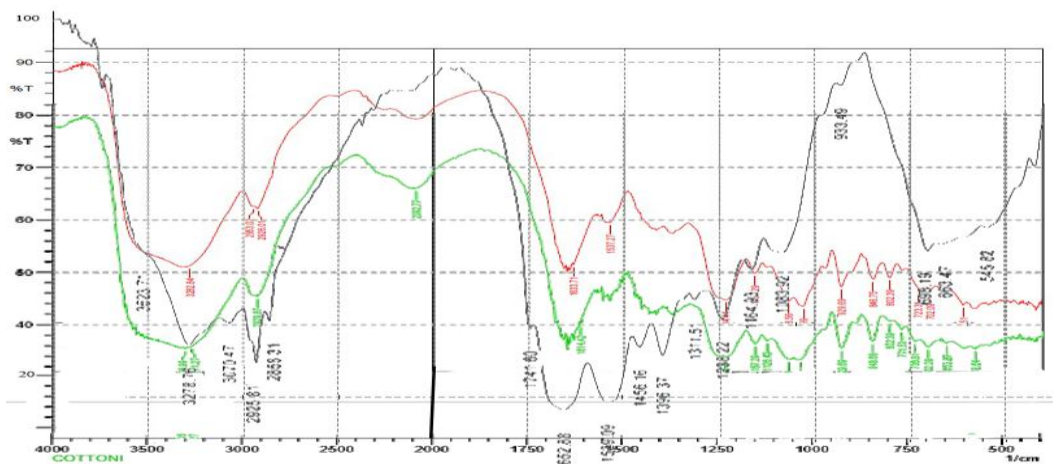
**Tabel 17.** Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele

| Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> ) |                  | Gugus Fungsi |
|----------------------------------------|------------------|--------------|
| <i>Eucheuma cottonii</i>               | Tepung Ikan Lele |              |
| 702,09                                 | 700,11           | C-H          |
| 929,69                                 | 935,41           | C-H          |
| 1068-1234,44                           | 1114-1238,22     | C-O          |
| 1614,42                                | 1650,96          | C=C          |
| 2092-2929,87                           | 2852-2923,89     | C-H          |
| 3271,27                                | 3274,91          | O-H          |

Pada Tabel 17. menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki antara *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele yaitu adanya gugus C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 690-900 cm<sup>-1</sup>, gugus C-H alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 675-995 cm<sup>-1</sup>, gugus C-O alkohol/eter/seter/asam karboksilat yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1050-1300 cm<sup>-1</sup>, gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970 cm<sup>-1</sup>, gugus C=C alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1610-1680 cm<sup>-1</sup>, gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3200-3600 cm<sup>-1</sup>.

#### 4.2.4 *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan Tepung Ikan Lele

Sifat kompatibilitas antara *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele dapat terbentuk jika terdapat kesamaan pada gugus fungsional yang dimiliki ketiganya. Spektra penggabungan hasil uji FTIR dapat dilihat pada **Gambar 11** berikut ini:



**Gambar 11.** FTIR *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele

Hasil analisa FTIR antara *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele dapat dilihat pada **Tabel 18**.

**Tabel 18.** Kesamaan Gugus Fungsi *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele

| Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) |                    |                  | Gugus Fungsi |
|-----------------------------------------|--------------------|------------------|--------------|
| <i>E. spinosum</i>                      | <i>E. cottonii</i> | Tepung Ikan lele |              |
| 702,09                                  | 702,09             | 700,11           | C-H          |
| 929,69                                  | 929,69             | 935,41           | C-H          |
| 1068-1234,44                            | 1068-1234,44       | 1114-1238,22     | C-O          |
| 2926-2953,02                            | 2092-2929,87       | 2852-2923,89     | C-H          |
| 3282,84                                 | 3271,27            | 3274,91          | O-H          |
| 1633,71                                 | 1614,42            | 1650,96          | C=C          |

Pada Tabel 18 menyatakan adanya kesamaan gugus fungsi yang dimiliki antara *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele yaitu adanya gugus C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 690-900  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 675-995  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-O alkohol/eter/seter/asam karboksilat yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1050-1300  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H alkana yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 2850-2970  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C=C alkena yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 1610-1680  $\text{cm}^{-1}$ , gugus O-H alkohol ikatan hidrogen/fenol yang biasanya muncul pada bilangan gelombang 3200-3600  $\text{cm}^{-1}$ .

### 4.3. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan perbandingan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* dalam pembuatan *edible film* yang mempunyai karakteristik terbaik. Pembuatan *edible film* dari *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* ini dilakukan dengan 5 perlakuan konsentrasi, yaitu A1 (*E. spinosum* 2%), A2 (*E. cottonii* 2%), A3 (*E. spinosum* 1% : *E. cottonii* 1%), A4 (*E. spinosum* 0.5% : *E. cottonii* 1.5%), A5 (*E. spinosum* 1.5% : *E. cottonii* 0.5%), dengan 4 kali ulangan. Hasil uji karakteristik *edible film* pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada **Tabel 19.** dibawah ini:

**Tabel 19.** Hasil uji karakteriktis *edible film* pada penelitian pendahuluan

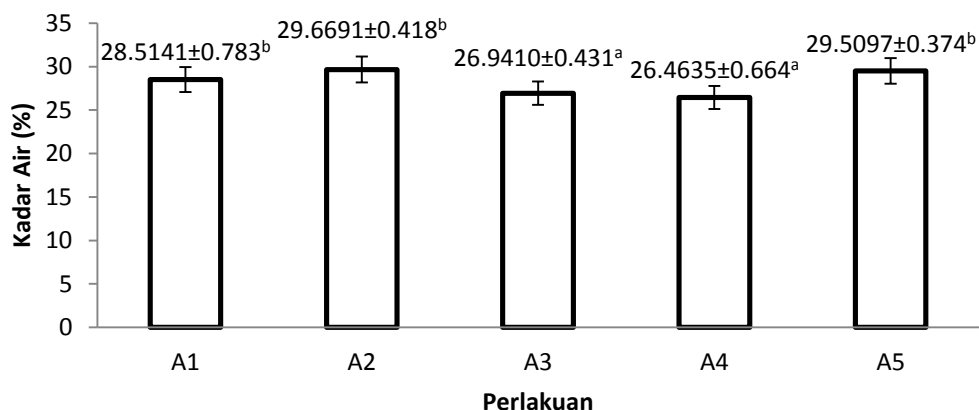
| Perlakuan<br><i>E. spinosum</i> :<br><i>E. cottonii</i> | Kadar air (%)             | Transmisi<br>uap air<br>(g/m <sup>2</sup> /hari) | Ketebalan<br>(mm)         | Elongasi (%)               | Tensile<br>strength<br>(gf/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|
| A1 (2:0)                                                | 28,51 ± 0,78 <sup>b</sup> | 50,26 ± 0,49 <sup>d</sup>                        | 0,06 ± 0,003 <sup>a</sup> | 12,43 ± 0,50 <sup>bc</sup> | 31,81 ± 0,85 <sup>a</sup>                    |
| A2 (0:2)                                                | 29,67 ± 0,42 <sup>b</sup> | 50,00 ± 0,67 <sup>cd</sup>                       | 0,09 ± 0,003 <sup>c</sup> | 12,85 ± 0,61 <sup>c</sup>  | 47,97 ± 1,37 <sup>c</sup>                    |
| A3 (1:1)                                                | 26,94 ± 0,41 <sup>a</sup> | 49,12 ± 0,40 <sup>c</sup>                        | 0,07 ± 0,006 <sup>b</sup> | 10,95 ± 0,64 <sup>a</sup>  | 37,75 ± 0,58 <sup>b</sup>                    |
| A4 (0.5:1.5)                                            | 26,46 ± 0,66 <sup>a</sup> | 47,92 ± 0,57 <sup>b</sup>                        | 0,08 ± 0,001 <sup>c</sup> | 11,53 ± 0,48 <sup>ab</sup> | 47,45 ± 0,71 <sup>c</sup>                    |
| A5 (1.5:0.5)                                            | 29,51 ± 0,37 <sup>b</sup> | 27,86 ± 0,41 <sup>a</sup>                        | 0,08 ± 0,001 <sup>c</sup> | 13,33 ± 0,65 <sup>c</sup>  | 39,56 ± 1,18 <sup>b</sup>                    |

Keterangan: notasi yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata (P>0,05)

Dari perbandingan di atas dapat dilihat bahwa perbandingan jumlah *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda memberika pengaruh yang berbeda-beda pula pada masing-masing karakteristik *edible film*.

#### 4.3.1 Kadar Air *Edible Film*

Analisa sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap kadar air *edible film* memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap kadar air *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 12.**



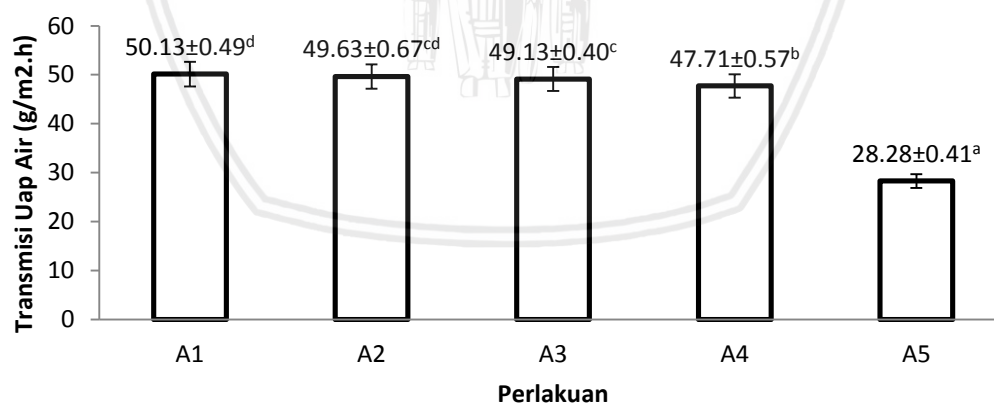
**Gambar 12.** Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap kadar air *edible film*

Nilai kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan A2 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, 0:2%) sebesar 29,6691% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A4 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, 0,5%:1,5%) sebesar 26,4635%. Penggunaan konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda mampu memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar air. Hal ini dikarenakan Bahan baku rumput laut yang digunakan memiliki kandungan kadar air yang tinggi serta penggunaan aquades sebagai pelarut bahan-bahan *edible film* juga dapat mengakibatkan meningkatnya kandungan kadar air dalam *edible film*. Hal ini diperkuat oleh pendapat dari Zaidar *et al* (2013), bahwa kandungan air yang tinggi dalam *Edible film*, dipengaruhi oleh banyaknya penggunaan pelarut air serta kandugan air pada rumput laut, yaitu sebesar 14,96%. Nilai kadar air terbaik terdapat pada perlakuan A4 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, 0,5%:1,5%) sebesar 26,4635%. Hal ini sesuai dengan pendapat Winarno (1997), kadar air dalam bahan pangan dapat menentukan daya awet dan kesegaran bahan pangan. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan bakteri, kapang dan khamir berkembang baik sehingga daya simpan produk menjadi rendah. Sehingga semakin rendah nilai kadar air maka kualitas *edible film* akan semakin bagus dan mampu meningkatkan masa simpan produk. Tingginya kadar air juga dipengaruhi oleh penggunaan *plasticizer* gliserol,

karena gliserol bersifat hidrofilik yang memiliki gugus hidroksil yang bisa membentuk ikatan hidrogen, dan pada saat pengeringan air akan sulit menguap, sehingga kadar air akan meningkat (Syarifuddin dan Yuniarta, 2015). Menurut Trisnawati dan Fithri (2015), adanya berbagai gugus fungsional yang terdapat dalam struktur protein seperti  $\text{NH}_2$ ,  $\text{NH}$ ,  $\text{OH}$ , dan  $\text{CO}$  dapat menyebabkan protein mampu mengikat molekul air melalui ikatan hidrogen. Karagenan mengandung serat pangan tidak larut yang lebih tinggi sehingga dapat mengikat air dan memerangkap dalam matriks setelah pembentukan gel karagenan.

#### 4.3.2 Tranmisi Uap Air *Edible Film*

Analisa sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap transmisi uap air *edible film* memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap transmisi uap air *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 13**.



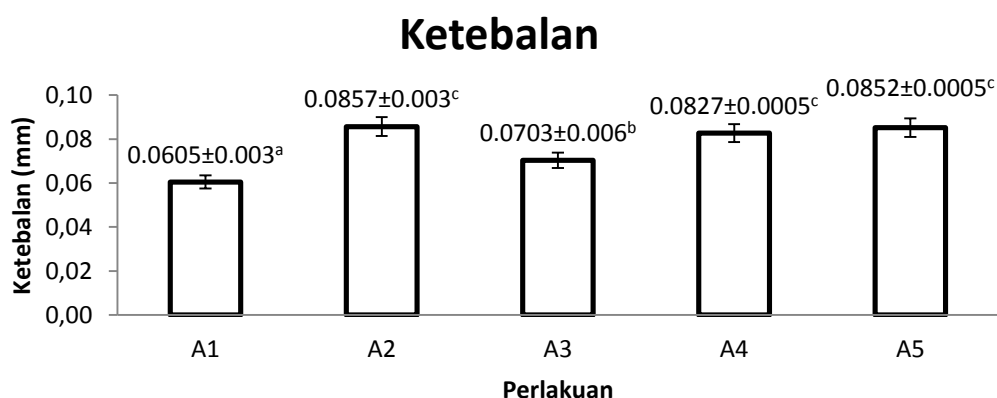
**Gambar 13.** Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap transmisi uap air *edible film*

Nilai transmisi uap air tertinggi terdapat pada perlakuan A1 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* , 2%:0) sebesar 50,13 g/m<sup>2</sup>.h dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A5 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*,

0,5%:1,5%) sebesar 28,28 g/m<sup>2</sup>.h. Penggunaan konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai transmisi uap air, hal ini dikarenakan penggunaan bahan yang berbasis hidrokoloid. Santoso *et al.*, (2013), mengungkapkan *edible film* yang terbuat dari hidrokoloid mempunyai struktur yang baik, namun laju penghambatan transmisi uap airnya kurang baik. Nilai transmisi uap air pada penelitian ini sangat jauh berada di atas jika dibandingkan dengan standar JIS (*Japanese Industrial Standart*) (1975), yaitu nilai transmisi uap air maksimal 7 g/m<sup>2</sup>.h. Tingginya nilai transmisi uap air dikarenakan penggunaan *plasticizer* gliserol yang bersifat hidrofilik sehingga transfer uap air dari lingkungan ke permukaan sampel *film* menjadi lebih cepat. Gliserol dengan ukuran molekulnya yang kecil akan masuk kedalam jaringan *amorphous film* lebih banyak sehingga ruang dan kesempatan air teradsorpsi dan transfer air dalam *film* akan semakin banyak (Syarifuddin dan Yuniarta, 2015).

#### 4.3.3 Ketebalan Edible Film

Analisa sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap ketebalan *edible film* memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap ketebalan *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 14**.



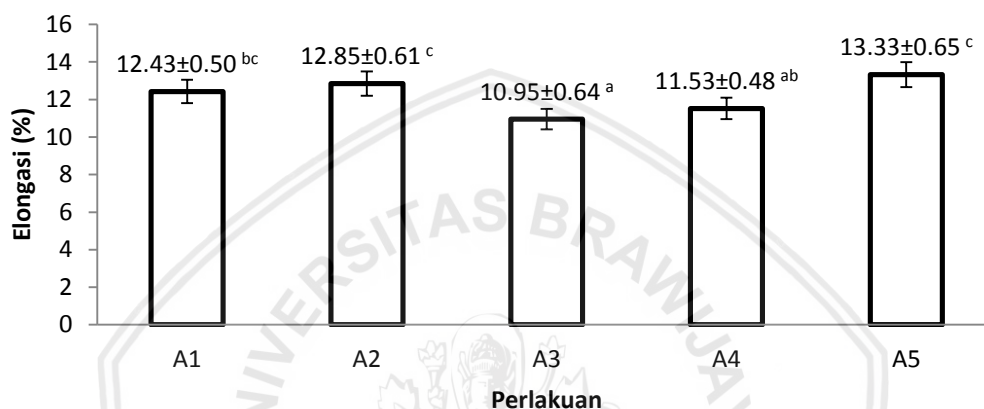
**Gambar 14.** Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap ketebalan *edible film*

Nilai ketebalan tertinggi terdapat pada perlakuan A2 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, 0%:2%) sebesar 0,09 mm dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A1 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, 2%:0%) sebesar 0,06 mm. Penggunaan konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai ketebalan *edible film*, hal ini dikarenakan pengaruh ketebalan cetakan dan permukaan alat pengering yang tidak rata, Huri dan Fithri (2014), menyatakan, nilai ketebalan *edible film* salah satunya dipengaruhi oleh faktor ketebalan cetakan. Nilai ketebalan pada penelitian ini sudah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standart*) (1975), yaitu nilai ketebalan maksimum adalah 0.25 mm. menurut Yulianti dan Ginting (2012), semakin tebal nilai *edible film* maka kemampuannya untuk menghambat laju transmisi gas dan uap air akan semakin tinggi, sehingga daya simpan produk akan semakin lama. Namun bila *film* terlalu tebal akan berpengaruh terhadap kenampakan, rasa dan tekstur produk saat dimakan. Sebaliknya jika *edible film* terlalu tipis maka akan mudah sobek.

#### 4.3.4 Elongasi *Edible Film*

Analisa sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap elongasi *edible film* memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap elongasi *edible film* dapat dilihat pada

**Gambar 15.**

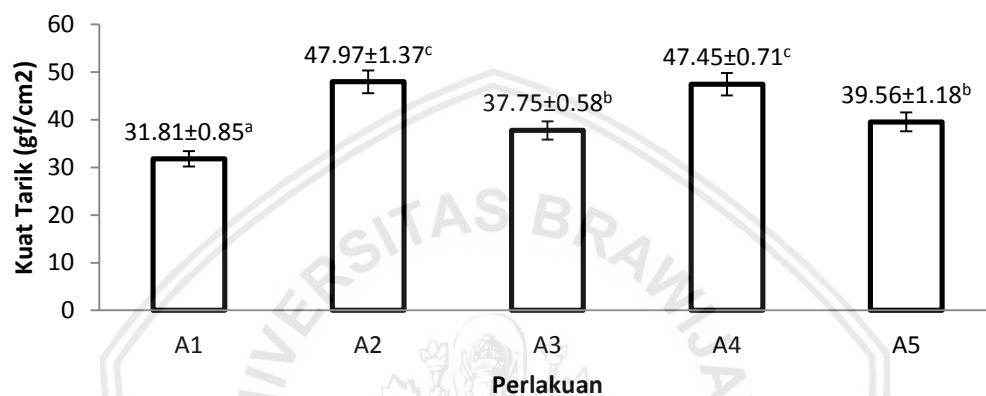


**Gambar 15.** Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap elongasi *edible film*

Nilai elongasi tertinggi terdapat pada perlakuan A5 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* , 1,5%:0,5%) sebesar 13,33% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A3 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, 1%:1%) sebesar 10,95%. Penggunaan konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai elongasi. Nilai elongasi pada penelitian ini tidak memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standart*) (1975), yaitu nilai elongasi minimal adalah 70%. menurut Yulianti dan Ginting (2012), semakin tinggi nilai pemanjangan maka kualitas *edible* semakin baik, karena *film* akan lebih elastis dan tidak mudah sobek.

#### 4.3.5 Tensile Strenght (Kuat Tarik) *Edible Film*

Analisa sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap kuat tarik *edible film* memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap kuat tarik *edible film* dapat dilihat pada **Gambar 16**.



**Gambar 16.** Pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda terhadap kuat tarik *edible film*

Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada perlakuan A2 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, 0:2%) sebesar 47,97 gf/cm<sup>2</sup> dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A1 (*Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii*, 2%:0) sebesar 31,81 gf/cm<sup>2</sup>. Penggunaan konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai kuat tarik. Nilai kuat tarik pada penelitian ini berada dibawah standar JIS (*Japanese Industrial Standart*) (1975), nilai kuat tarik minimal adalah 50 gf/cm<sup>2</sup> namun sudah mendekati nilai kuat tarik pada standar di atas. Menurut Yulianti dan Ginting (2012), semakin tinggi nilai kuat tarik maka, kekuatan *film* untuk menahan tekanan dan tarikan semakin tinggi. Nilai kuat tarik ini juga dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi bahan yang ditambahkan dalam penyusun matriks *film* akan meningkatkan kekuatan matriks gel sehingga matriks *film* akan semakin kompak

dan menghasilkan kuat tarik *edible film* yang besar (Syarifuddin dan Yuniarta, 2015).

#### 4.4 Perlakuan Terpilih Penelitian Pendahuluan

Penentuan perlakuan terbaik didapatkan dari menganalisa karakteristik fisik *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* serta tepung ikan lele dengan *plasticizer* gliserol menggunakan metode DeGarmo. Parameter perlakuan terbaik meliputi kadar air, ketebalan, transmisi uap air, elongasi dan kuat tarik.

Berdasarkan hasil analisa terhadap karakteristik *edible film*, perlakuan yang terbaik adalah pada perlakuan A5 dengan formulasi *Eucheuma spinosum* : *Eucheuma cottonii* = 1,5% : 0,5%. Hasil uji dari perlakuan A5 ialah kadar air sebesar 29,5097%, transmisi uap air 27,86 g/m<sup>2</sup>.h, ketebalan 0,08 mm, elongasi 13,33%, dan kuat tarik sebesar 42,06%.

#### 4.5 Penelitian Utama

Penelitian utama ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan konsentrasi bahan yang digunakan dengan tepung ikan lele yang berpengaruh terhadap kualitas *edible film* dari rumput laut segar, sehingga didapatkan perbandingan konsentrasi yang terbaik dalam pembuatan *edible film*. Berdasarkan hasil ANOVA dan uji lanjut tukey dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0, hasil uji setiap karakteristik *edible film* dapat dilihat pada **Tabel 20**.

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

| K. Sampel | Ketebalan (mm)               | Kuat Tarik (gf/cm <sup>2</sup> ) | Elongasi (%)                | T.U. Air (g/m.hari)         | K. Air (%)                   | Kelarutan (%)                 |
|-----------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| A1        | 0.0948 ± 0.027 <sup>a</sup>  | 18.5309 ± 0.91 <sup>d</sup>      | 8.9430 ± 0.5 <sup>c</sup>   | 5.8196 ± 0.44 <sup>b</sup>  | 22.2853 ± 1.81 <sup>c</sup>  | 64.4695 ± 4.96 <sup>bc</sup>  |
| A2        | 0.0940 ± 0.019 <sup>a</sup>  | 14.1654 ± 0.84 <sup>c</sup>      | 5.3401 ± 0.41 <sup>b</sup>  | 5.7851 ± 0.46 <sup>b</sup>  | 20.4061 ± 0.98 <sup>bc</sup> | 68.1845 ± 2.78 <sup>c</sup>   |
| A3        | 0.1061 ± 0.025 <sup>ab</sup> | 13.7107 ± 0.81 <sup>c</sup>      | 5.3435 ± 0.37 <sup>b</sup>  | 5.8884 ± 0.57 <sup>b</sup>  | 18.2535 ± 0.97 <sup>ab</sup> | 58.4834 ± 2.15 <sup>ab</sup>  |
| A4        | 0.1287 ± 0.019 <sup>ab</sup> | 13.7858 ± 0.54 <sup>c</sup>      | 4.9902 ± 0.35 <sup>ab</sup> | 5.4408 ± 0.37 <sup>b</sup>  | 18.0963 ± 0.92 <sup>ab</sup> | 58.3072 ± 2.59 <sup>ab</sup>  |
| A5        | 0.1292 ± 0.017 <sup>ab</sup> | 12.0170 ± 0.54 <sup>b</sup>      | 4.2522 ± 0.39 <sup>a</sup>  | 5.0620 ± 0.13 <sup>ab</sup> | 17.3508 ± 0.92 <sup>a</sup>  | 61.4636 ± 4.98 <sup>abc</sup> |

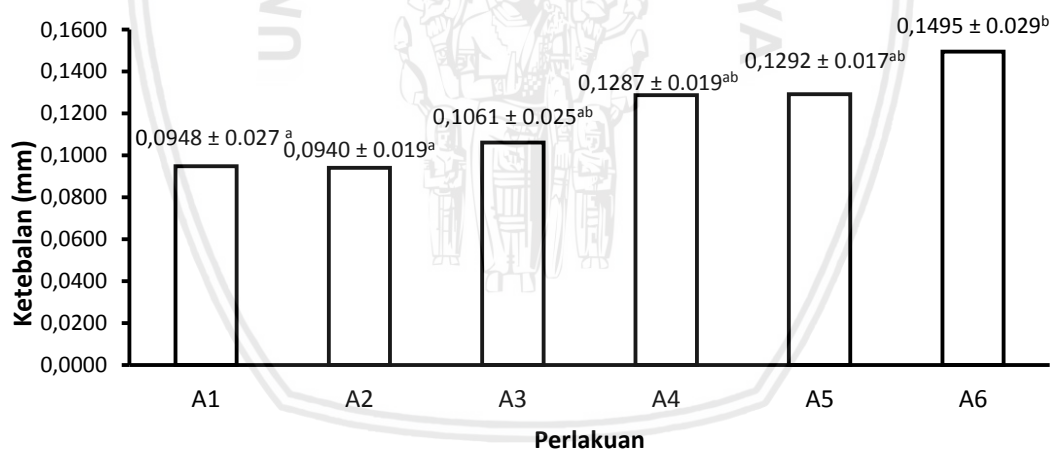
|    |                      |                     |                       |                     |                      |                      |
|----|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| A6 | $0.1495 \pm 0.029^b$ | $9.0286 \pm 0.45^a$ | $4.6082 \pm 0.2^{ab}$ | $4.4077 \pm 0.24^a$ | $16.0446 \pm 1.49^a$ | $55.5188 \pm 4.76^a$ |
|----|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|

Keterangan: Keseluruhan campuran bahan adalah 100g

- A1 : Tepung Ikan Lele 0,5g, *E. spinosum* 1,5g dan *E. cottonii* 0,5g.  
 A2 : Tepung Ikan Lele 1g, *E. spinosum* 1,5g dan *E. cottonii* 0,5g.  
 A3 : Tepung Ikan Lele 1,5g, *E. spinosum* 1,5g dan *E. cottonii* 0,5g.  
 A4 : Tepung Ikan Lele 2g, *E. spinosum* 1,5g dan *E. cottonii* 0,5g.  
 A5 : Tepung Ikan Lele 2,5g, *E. spinosum* 1,5g dan *E. cottonii* 0,5g.  
 A6 : Tepung Ikan Lele 3g, *E. spinosum* 1,5g dan *E. cottonii* 0,5g.

#### 4.5.1 Ketebalan Edible Film

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *Euclidean spinosum*, *Euclidean cottonii* dan tepung ikan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap ketebalan edible film menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi tepung ikan lele terhadap ketebalan edible film berbahan *Euclidean spinosum* dan *Euclidean cottonii* dengan plasticizer gliserol dapat dilihat pada **Gambar 17**.



**Gambar 17.** Hasil Ketebalan Edible Film

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan film dalam pembentukan produk yang akan dikemasnya. Ketebalan dapat mempengaruhi laju transmisi uap, gas, dan senyawa volatil serta sifat fisik lainnya seperti kekuatan tarik dan pemanjangan pada saat putus edible film yang dihasilkan (Sinaga, 2013). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata edible film yang memiliki ketebalan terendah pada penambahan tepung ikan 1 gram yang

memiliki nilai rata-rata 0,0940mm dan ketebalan tertinggi pada penambahan tepung ikan 3 gram dengan rata-rata 0,1495mm. Hasil analisa ketebalan menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan lele 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 lele yang semakin tinggi menyebabkan kenaikan total padatan dalam *edible film*, sehingga terjadi peningkatan ketebalan *edible film*.

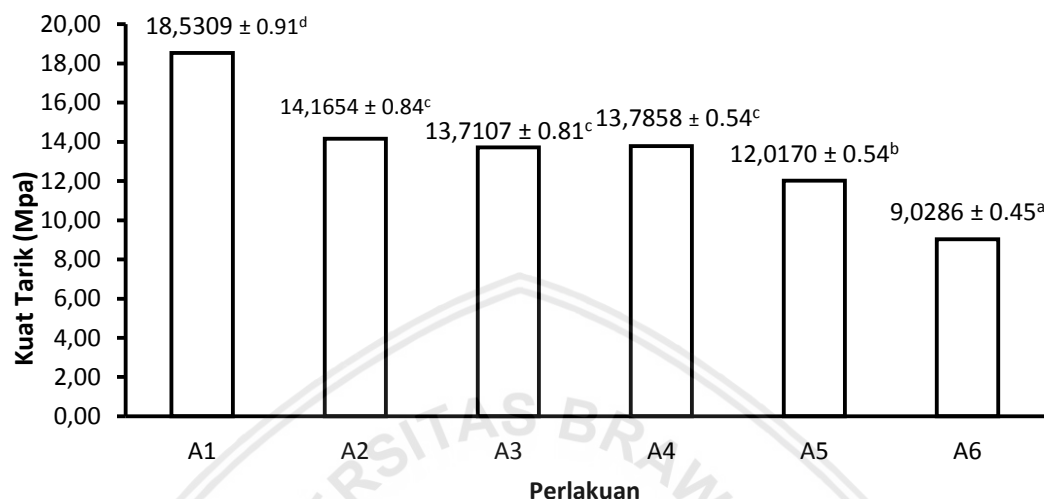
Nilai ketebalan *edible film* menurut JIS (*Japenese Industrial Standard*) maksimal adalah 0,25mm. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan lele 0,5-3%, nilai ketebalan terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai ketebalan 0,1495 mm nilai ketebalan terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 0,5% dengan nilai ketebalan 0,0940 mm. Kusumawati dan Widya (2013), mengatakan bahwa ketebalan *edible film* 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 tranmisi uap air pada edible film yang dihasilkan.

#### 4.5.2 Kuat Tarik *Edible Film*

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kuat tarik

*edible film* menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi tepung ikan lele terhadap kuat tarik *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan *plasticizer* gliserol dapat dilihat pada **Gambar 18**.



**Gambar 18.** Hasil Kuat Tarik *Edible Film*

Hasil analisis ragam pada Gambar 18. menunjukkan penggunaan rasio tepung ikan yang berbeda memberikan pengaruh beda nyata ( $P < 0.05$ ) terhadap nilai kuat tarik *edible film* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata *edible film* yang memiliki kuat tarik terendah pada penambahan tepung ikan 3 gram yang memiliki nilai rata-rata 9.0286 Mpa dan kuat tarik tertinggi pada penambahan tepung ikan 0,5 gram dengan rata-rata 18,530 Mpa. Nilai kuat tarik minimal *edible film* berdasarkan standard JIS (Japanese Industrial Standard) adalah 0,005 Mpa. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan lele 0,5-3%, nilai kuat tarik terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 0,5% dengan nilai kuat tarik 18,5309 Mpa. Nilai kuat tarik terburuk adalah penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai kuat tarik 9.0286 Mpa.

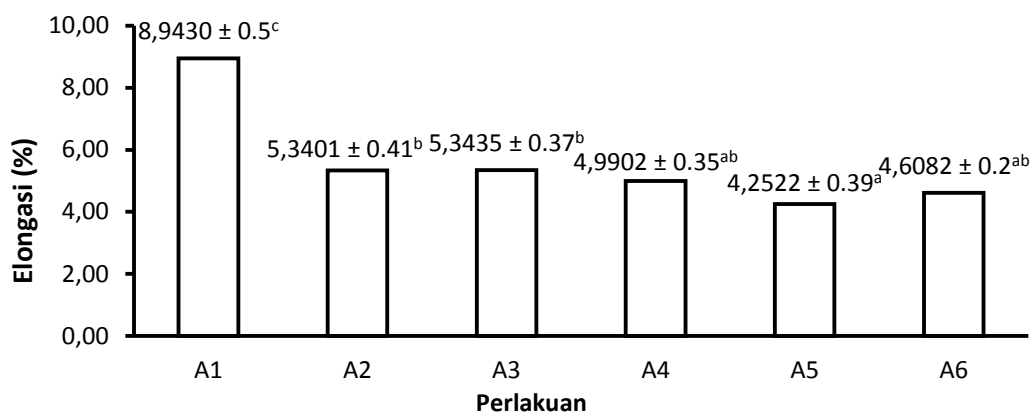
Hasil analisa kuat tarik menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan lele yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* menyebabkan nilai kuat tarik mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tarik yang dihasilkan berbanding terbalik dengan hasil

ketebalan. Sinaga (2013) menyatakan bahwa, penambahan gliserol akan meningkatkan ketebalan *edible film* yang dihasilkan sehingga dengan semakin bertambahnya ketebalan *edible film* yang dihasilkan akan menurunkan kekuatan tarik *edible film*. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik dari *edible film* yang dihasilkan berbanding terbalik dengan ketebalan.

Prasetyaningrum *et al.*, (2010) semakin banyaknya padatan penyusun *edible film* akan meningkatkan persentase padatan yang ada dalam air dan sulit untuk membentuk larutan *film* dengan pencampuran yang baik atau ikatan yang dihasilkan tidak terlalu kuat dan menyebabkan kuat tarik *film* menurun. Semakin tinggi nilai kuat tarik *edible film* menurut Saputra *et al.* (2015), maka kualitasnya semakin tinggi. Secara umum, dengan penambahan gliserol sebagai *plastisizer* molekul-molekul di dalam larutan tersebut terletak diantara rantai ikatan biopolimer dan dapat berinteraksi dengan membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antara polimer sehingga menyebabkan interaksi antar molekul biopolimer menjadi semakin berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya kuat tarik film dengan adanya penambahan *Plastisizer*.

#### 4.5.3 Elongasi *Edible Film*

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap elongasi *edible film* menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi tepung ikan lele terhadap kuat tarik *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan *plasticizer* gliserol dapat dilihat pada **Gambar 19**.



**Gambar 19.** Hasil Elongasi *Edible Film*

Hasil analisis ragam pada Gambar 19. menunjukkan penggunaan rasio tepung ikan yang berbeda memberikan pengaruh beda nyata ( $P < 0.05$ ) terhadap nilai elongasi *edible film* yang dihasilkan. Nilai analisa elongasi minimal *edible film* berdasarkan standard JIS (Japanese Industrial Standard) adalah 70 %. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan lele 0,5-3%, nilai elongasi terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 0,5% dengan nilai 8,9430%. Nilai elongasi terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 2,5% dengan nilai 4,2522%.

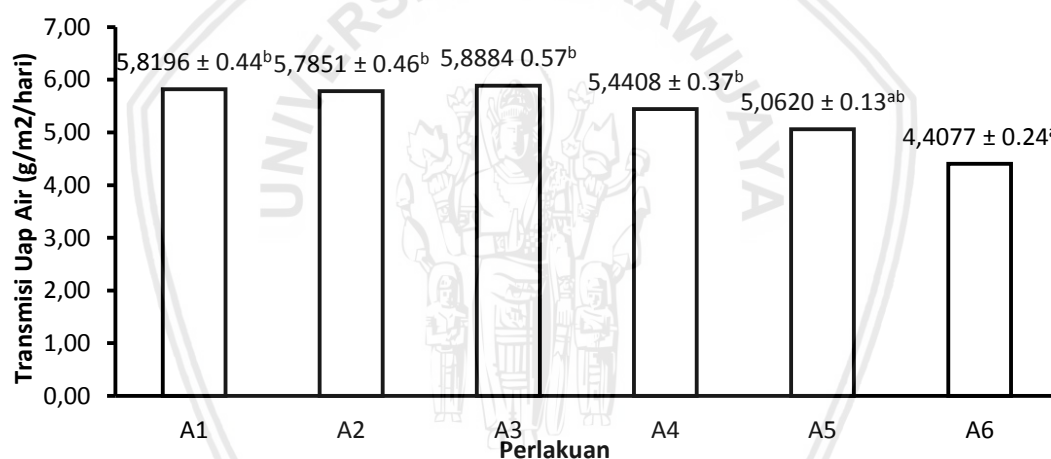
Pemanjangan pada saat putus menunjukkan perubahan panjang *film* maksimum saat memperoleh gaya tarik sampai *film* putus dibandingkan dengan panjang awalnya (Sinaga, 2013). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata *edible film* yang memiliki elongasi terendah pada penambahan tepung ikan 2,5 gram yang memiliki nilai rata-rata 4,2522% dan elongasi tertinggi pada penambahan tepung ikan 0,5 gram dengan rata-rata 8,9430%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan yang ditambahkan maka nilai elongasi semakin menurun. Coniwati *et al.*, (2014) menyatakan bahwa penurunan elastisitas ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan antarmolekulernya, karena titik jenuh telah terlampaui sehingga molekul-molekul pemplastis yang berlebih berada di dalam fase tersendiri di luar fase polimer dan

akan menurunkan gaya intermolekul antar rantai, menyebabkan gerakan rantai lebih bebas sehingga fleksibilitas mengalami peningkatan (semakin elastis).

#### 4.5.4 Tranmisi Uap Air *Edible Film*

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap tranmisi uap *edible film* menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi tepung ikan lele terhadap tranmisi uap *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan *plasticizer* gliserol dapat dilihat pada

**Gambar 20.**



**Gambar 20.** Hasil Tranmisi Uap Air *Edible Film*

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata *edible film* yang memiliki nilai transmisi uap terendah pada penambahan tepung ikan 3 gram dengan rata-rata 4,4077 g/m²/hari dan transmisi uap tertinggi pada penambahan tepung ikan 0,5 gram dengan rata-rata 5,8196 g/m²/hari. Hasil analisa transmisi uap air menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan lele yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan nilai transmisi uap air cenderung semakin rendah. Hal ini dikarenakan penambahan konsentrasi tepung ikan 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 matrik yang terbentuk. Kusumawati dan Widya (2013), menyatakan bahwa Matriks film yang semakin kuat dan rapat akan menyebabkan nilai transmisi uap air semakin rendah.

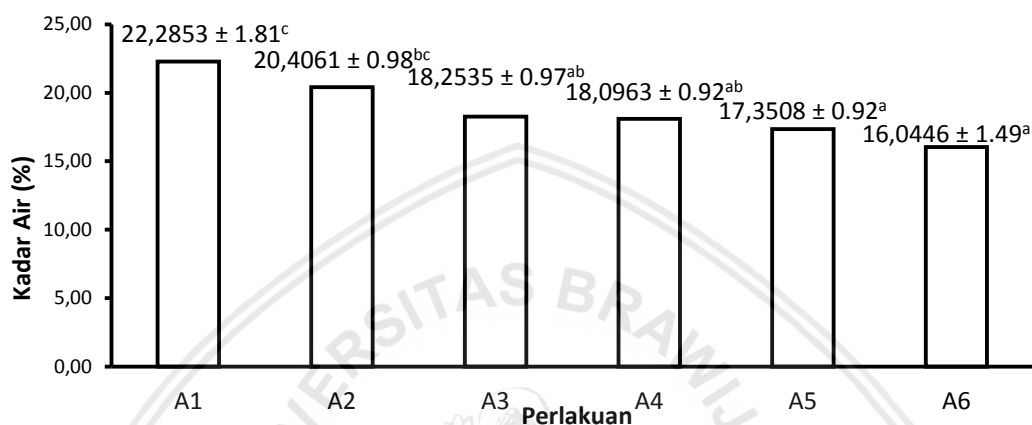
Menurut Katili *et al.*, (2013), nilai laju transmisi uap air sangat dipengaruhi oleh ketebalan, suhu, konsentrasi dan jenis *plasticizer*, dan sifat dasar bahan pembentuk *edible film*. Bahan dasar *edible film* yang bersifat hidrofilik memiliki sifat penghalang yang baik terhadap oksigen, lipid dan karbondioksida. 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.

Saputra *et al.* (2015) mengatakan bahwa semakin tinggi nilai transmisi uap air *edible film* maka kualitasnya semakin rendah. Nilai analisa transmisi uap air maksimal *edible film* berdasarkan standard JIS (Japanese Industrial Standard) adalah 7 g/m<sup>2</sup>/hari. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan lele 0,5-3%, nilai transmisi uap air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai 4,4077 g/m<sup>2</sup>/hari. Nilai transmisi uap air terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 0,5% dengan nilai 5,819 g/m<sup>2</sup>/hari.

#### **4.5.5 Kadar Air Edible Film**

Pengujian kadar air dilakukan guna untuk mengetahui kandungan air dalam *edible film* yang dihasilkan. Kadar air sangat mempengaruhi *kualitas edible film* ketika disimpan maupun diaplikasikan sebagai pengemas suatu produk.

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar air *edible film* menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi tepung ikan lele terhadap kadar air *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan *plasticizer* gliserol dapat dilihat pada **Gambar 21**.



**Gambar 21.** Hasil Kadar Air *Edible Film*

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata *edible film* yang memiliki kadar air terendah pada penambahan tepung ikan 3 gram yang memiliki nilai rata-rata 16,0446% dan kadar air tertinggi pada penambahan tepung ikan 0,5 gram dengan rata-rata 22,2853%. Penggunaan konsentrasi *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* yang berbeda mampu memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar air. Hasil analisa kadar air menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan lele 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 lele yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan jumlah polimer dan viskositas *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

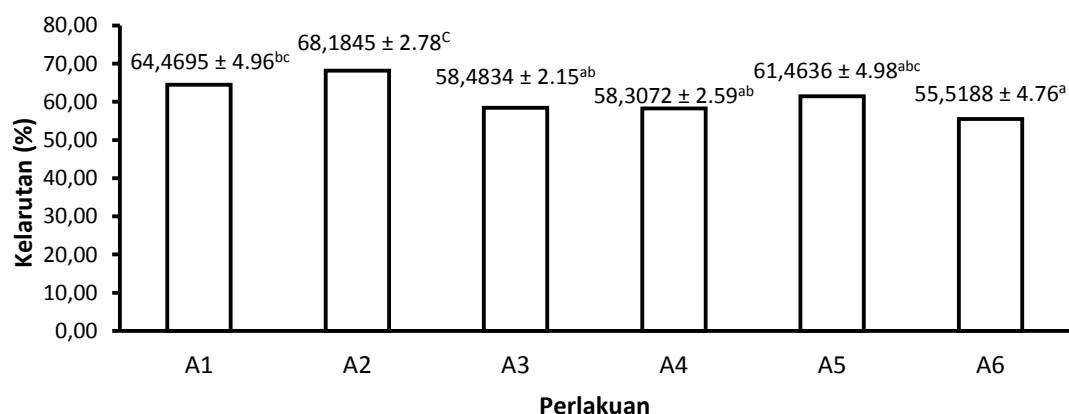
rendah. Diova et al., (2013), mengatakan bahwa nilai kadar air terendah menunjukkan bahwa *edible film* tersebut paling bagus dan mampu lebih lama dalam melindungi suatu produk yang dikemas. Kadar air yang tinggi ataupun rendah akan sangat mempengaruhi ketahanan dari suatu *edible film* yang dihasilkan.

Nilai analisa kadar air edible film berdasarkan penelitian Syarifuddin dan Yuniarta (2015) adalah semakin tinggi nilai kadar air maka semakin rendah kualitas produk. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung ikan lele 0,5-3%, nilai kadar air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai 16,0446%. Nilai kadar air terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 0,5% dengan nilai 22,2853%.

#### 4.5.6 Kelarutan *Edible Film*

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelarutan *edible film* menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengaruh konsentrasi tepung ikan lele terhadap kelarutan *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottonii* dengan plasticizer gliserol dapat dilihat pada

**Gambar 22.**



**Gambar 22.** Hasil Kelarutan *Edible Film*

Kelarutan merupakan tolak ukur untuk suatu film dapat larut ketika akan dikonsumsi dan juga untuk menentukan *biodegradable film* ketika akan dijadikan atau digunakan untuk pengemas. Kelarutan film untuk menunjukkan integritas film dalam lingkungan cair. Film dengan kelarutan yang tinggi menunjukkan bahwa ketahanan film terhadap air lebih rendah, serta menunjukkan sifat hidrofilisitas film tersebut (Fardhyanti, 2015)

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata edible film yang memiliki kelarutan terendah pada penambahan tepung ikan 3 gram yang memiliki nilai rata-rata 55.7688% dan kelarutan tertinggi pada penambahan tepung ikan 1 gram dengan rata-rata 68,1845%. Hasil analisa kelarutan menjelaskan bahwa, semakin tinggi konsentrasi tepung ikan lele 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 lele yang semakin tinggi menyebabkan pada campuran bahan pada fase kontinu 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 intermolekularprotein dengan perlakuan panas), interaksi antar rantai protein membentuk struktur tiga dimensi baru dan stabilisasi lapisan yang terbentuk (membentuk kohesif dan matriks yang kontinu). Protein yang merupakan hidrokoloid menurut Agustin (2011), pada fase kontinu akan membentuk lapisan film disekeliling granula dan menghambat keluarnya polimer dari granula tersebut dan pada akhirnya menurunkan nilai kelarutan.

Nilai analisa kelarutan edible film berdasarkan pendapat dari Syarifuddin dan Yuniarta (2015) adalah semakin tinggi nilai kelarutan maka semakin mudah produk untuk dikonsumsi. Hasil penelitian dengan rentang penambahan tepung

ikan lele 0,5-3 %, nilai kadar air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 1% dengan nilai 68,1845%. Nilai kadar air terburuk adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai 55,7688 %.

#### 4.6 Perlakuan Terbaik Penelitian Utama

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan menggunakan metode pembobotan De Garmo *et al.*, (1984), penentuan pembobotan dilakukan dengan mengurutkan tingkat kepentingan parameter yang diamati. Pemilihan perlakuan terbaik pada perbandingan penggunaan bahan *eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii*, dan tepung ikan lele dengan *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik kualitas *edible film* dilakukan dengan membandingkan nilai setiap perlakuan. Perlakuan dengan nilai tertinggi merupakan perlakuan terbaik. Penentuan perlakuan terbaik ditentukan oleh beberapa parameter antara lain karakteristik kimia (kadar air), dan karakteristik fisika (ketebalan, elongasi, kuat tarik, transmisi uap air dan kelarutan). Perlakuan perbandingan bahan *eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii*, dan tepung ikan lele dengan *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik *edible film* yang terpilih selanjutnya dibandingkan dengan standar *edible film* dari JIS (*japanese industrial standart*) (1975).

Perlakuan terbaik yang didapatkan setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode De Garmo adalah perlakuan A5 (*Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele : 1,5% : 0,5% : 2,5%). Nilai hasil perlakuan terbaik dan standar *edible film* pada masing-masing parameter dapat dilihat pada

**Tabel 21.**

**Tabel 21.** Karakteristik kimia dan fisika *Edible film* perlakuan terbaik dan standar *edible film*

| No | Parameter         | <i>Edible film</i>        | Standar <i>edible film</i>  |
|----|-------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1  | Kadar air         | 17,3508%                  | 10-30%**                    |
| 2  | Transmisi uap air | 5,062 g/m <sup>2</sup> .h | Maks 7 g/m <sup>2</sup> .h* |
| 3  | Ketebalan         | 0.1292 mm                 | Maks 0.25 mm*               |

|   |            |            |                |
|---|------------|------------|----------------|
| 4 | Elongasi   | 4,2522%    | Min 70%*       |
| 5 | Kuat Tarik | 12.017 MPa | Min 0.05 MPa*  |
| 6 | Kelarutan  | 61,4636%   | 41.71-62.35%** |

Keterangan :

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

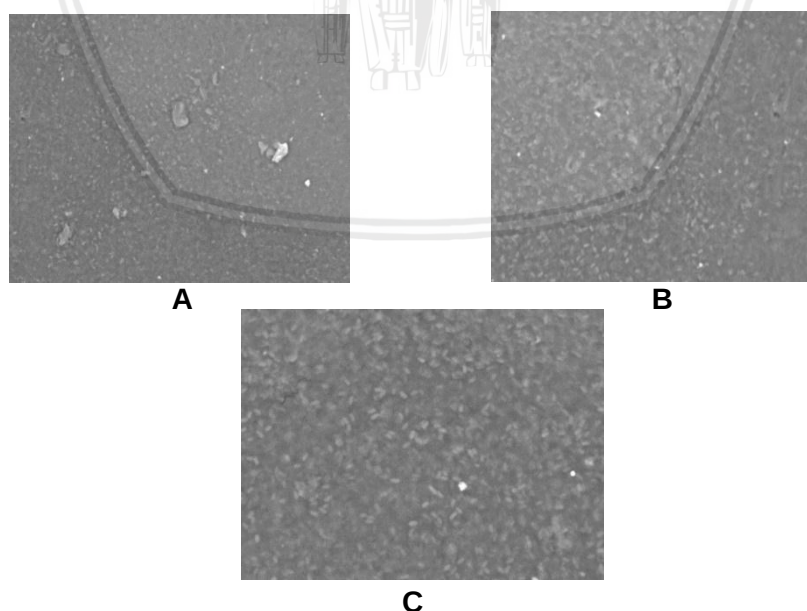
\*\* hasil penelitian Syarifuddin dan Yuniarta (2015) pada pembuatan *edible film* berbahan pectin albedo jeruk bali dan pati garut.

Tabel 21 menunjukkan terdapat beberapa parameter dari *Edible film* perlakuan terbaik yang memenuhi standar *edible film* di atas, tetapi ada pula yang tidak memenuhi standar.

#### 4.7 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 Lele 2,5 gram, *Eucheuma spinosum* 1,5 gram dan *Eucheuma cottonii* 0,5 gram pada 100g keseluruhan campuran bahan. Hasil analisa SEM disajikan pada

**Gambar 23.**



**Gambar 23.** Mikrostruktur *Edible Film* Hasil Analisa SEM. (a) Perbesaran 1000x (b) Perbesaran 1500 (c) Perbesaran 2000x

Hasil analisa SEM pada permukaan *edible film*, keseluruhan campuran bahan dapat tercampur secara sempurna. Kesempurnaan campuran bahan, dapat diketahui dengan tidak ditemukannya patahan/retakan pada permukaan *edible film*. Namun pada gambar menunjukkan bahwa adanya gelembung pada permukaan film. Hal ini dapat disebabkan oleh penyebaran gliserol yang tidak merata pada saat proses pemblenderan. Coniwati *et al* (2014) menyatakan bahwa adanya gelembung-gelembung kecil yang tersebar pada permukaan film, menunjukkan penyebaran gliserol yang tidak merata pada permukaan film plastik. Semakin meningkatnya konsentrasi gliserol, maka gelembung yang terdapat pada permukaan film akan semakin sedikit dan rongga gelembung akan semakin membesar. Hal ini dikarenakan gliserol mempunyai sifat hidrofilik yaitu dapat menyerap air sehingga kelarutan gliserol juga semakin meningkat. Gelembung yang semakin sedikit dan rongga gelembung yang semakin membesar menyebabkan permukaan film yang semakin halus.

Agustin (2012), menyatakan bahwa hidrokoloid 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. Handito (2011), senyawa karagenan merupakan senyawa hidrokoloid.

Interaksi protei-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 sepanjang rantai karaginan.

#### 4.8 Asam Amino pada Perlakuan Terbaik

Analisa asam amino dilakukan untuk menduga komposisi asam amino dan menentukan kadar asam amino pada protein yang terkandung dalam *edible film* tepung ikan lele. Kualitas protein dapat dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang menyusun protein tersebut. Asam amino penyusun protein dapat dibedakan menjadi dua, yaitu asam amino esensial dan asam amino non-esensial. Asam amino esensial merupakan asam amino yang tidak dapat disintesa oleh tubuh sehingga harus didapatkan dari luar tubuh manusia, sedangkan asam amino non-esensial adalah asam amino yang dapat disintesis oleh tubuh manusia dengan bahan baku asam amino lainnya (Winarno,1997).

Hasil analisis profil asam amino pada *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele dapat dilihat pada **Table 22**.

**Tabel 22.** Profil asam amino pada *edible film* berbahan *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii* dan tepung ikan lele

| Komposisi Asam Amino | <i>Edible film</i> tepung ikan lele (%) | Jenis asam amino |
|----------------------|-----------------------------------------|------------------|
| Arginin              | 1,24                                    | Non-esensial     |
| Histidin             | 0,43                                    | Non-esensial     |
| Isoleusin            | 0,75                                    | Esensial         |
| Leusin               | 0,97                                    | Esensial         |
| Lisin                | 1,40                                    | Esensial         |
| Methionin            | 0,68                                    | Esensial         |
| Fenilalanin          | 1,43                                    | Esensial         |
| Threonin             | 0,57                                    | Esensial         |
| Triptofan            | 0,17                                    | Esensial         |
| Valin                | 0,83                                    | Esensial         |

Berdasarkan tabel di atas kandungan asam amino esensial pada *edible film* sebanyak 8 jenis dari 8 jenis asam amino esensial yang ada, yaitu isoleusin, leusin, lisin, methionine, fenilalanin, threonine, triptofan, dan valin, hal ini menunjukkan bahwa *edible film* dengan penambahan tepung ikan lele memiliki semua kandungan asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh. Menurut

Suryaningrum *et al.*, (2010), asam amino esensial seperti lisin dan metionin sangat diperlukan tubuh untuk bahan dasar antibody darah, memperkuat system sirkulasi, mempertahankan pertumbuhan sel-sel normal, metabolisme lemak, menjaga kesehatan hati, menenangkan syaraf yang tegang dan lain-lain. Sedangkan asam amino non-esensial ada 2 jenis dari 12 jenis asam amino non-esensial, yaitu arginin dan histidin.

Rendahnya nilai asam amino ini disebabkan karena adanya pengurangan kandungan asam amino pada tepung ikan dan *edible film* akibat pengolahan menggunakan suhu tinggi yang akan menyebabkan terjadinya denaturasi protein. Denaturasi protein adalah berubahnya susunan ruang atau rantai polipeptida suatu molekul protein. Jika ikatan-ikatan yang membentuk konfigurasi molekul tersebut rusak, molekul akan mengembang. Selain itu penyusutan jumlah asam amino dapat disebabkan oleh beberapa factor seperti, jenis pengolahan, suhu dan lama proses pengolahan (Purwaningsih *et al.*, 2013).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kombinasi tepung ikan lele 2,5%, *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 lele yang ditambahkan dalam campuran bahan pada proses pengolahan *edible film* akan menyebabkan: nilai ketebalan cenderung semakin tinggi, nilai kuat tarik mengalami penurunan, 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 lele 0,5-3 %, menghasilkan nilai ketebalan terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai ketebalan 0,1495 mm. Nilai kuat tarik terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 0,5% dengan nilai kuat tarik 18,5309 MPa. Nilai elongasi terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai elongasi 8,9430 %. Nilai transmisi uap air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai transmisi uap air 4,4077 g/m<sup>2</sup>.hari. Nilai kadar air terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 3% dengan nilai kadar air 16,0446 %. Nilai kelarutan terbaik adalah dengan perlakuan penambahan tepung ikan lele 1% dengan nilai kelarutan 68,1845 %.

## 5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan *edible film* dengan formulasi bahan yang berbeda untuk menapatkan hasil yang terbaik. Peralatan yang digunakan dalam mencetak *edible film* harus benar benar rata agar hasil ketebalannya rata.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Titiek I. 2012. Mutu Fisik dan Mikrostruktur Kamaboko Ikan Kurisi (*Nemipterus nematophorus*) dengan Penambahan Karaginan. JPHPI, 15(1), pp.17–26.
- Akbar, Fawzi., Z.anita., H.Harahap. 2013. Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. Universitas Sumatra Utara. Jurnal Teknik Kimia Vol. 2, No. 2.
- 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.
- Amora, Saldhyna Di., dan Sukesi. 2013. Ekstraksi Senyawa Antioksidan pada Nugget-Rumput Laut Merah, *Eucaema cottonii*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurnal Sains Dan Seni Pomits Vol. 2, No.2.
- AOAC. 2005. *Official Methods Of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. Benjamin Franklin Station, Washington.
- Apriyana, Ani. 2014. Pengaruh Penambahan Tepung Kepala Ikan Lele (*Clarias Sp*) Dalam Pembuatan Cilok Terhadap Kadar Protein Dan Sifat Organoleptiknya. Universitas Negeri Semarang. Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat Vol.3, No.2.
- Astawan, M., Koswara S. dan Herdiani F. 2004. Pemanfaatan Rumput Laut (*Eucaema 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.
- Atmadja, WS., Kadi A., Sulistijo.R. 1996. Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut Indonesia. Jakarta: Puslitbang oseanologi-LIPI.
- Coniwanti, Pamela., L.Laila., Mardiyah R.A. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. Universitas Sriwijaya. Jurnal Teknik Kimia No. 4, Vol. 20.
- 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*) *Eucaema spinosum* yang

Dibudidayakan dari Perairan Nusa Penida, Takalar, dan Sumenep. Penelitian Berkala Perikanan Terumbuk, 39(2), pp.61-66.

- Diova, D.A., YS.Darmanto., Laras Rianingsih. 2013. Karakteristik *Edible Film* Komposit *Semirefined* Karaginan Dari Rumput Laut *Euclidean cottonii* dan Beeswax. Universitas Diponegoro. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan, Vol. 2, No. 3.
- Distantina, S., Rochmadi, Wiratni dan M. Fahrurrozi. 2012. Mekanisme Proses Tahap Ekstraksi Karagenan dari *Euclidean 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 (*Euclidean 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, Mohammad Istnaeny., Risa S., Suci D.S. 2012. Ekstraksi Karaginan Dari Rumput Laut (*Euclidean Spinosum*) Dengan Variasi Suhu Pelarut Dan Waktu Operasi. Berkala Ilmiah Teknik Kimia Vol 1, No 1.
- Huri, Daman., dan Fithri C.N. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia *Edible Film*. Universitas Brawijaya Malang. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No 4 p.29-40.
- Huse, M.A., Wignyanto., Ika A.D. 2014. Aplikasi *Edible Coating* dari Karagenan dan Gliserol untuk Mengurangi Penurunan Kerusakan Apel Romebeauty. Fakultas Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Jacob, Agus.M., Roni Nugraha., Siluh utu Sri Dia Utari. 2014. Pembuatan *Edible Film* dari pati buah lindur dengan penambahan gliserol dan karaginan. Institut Pertanian Bogor. Vol. 17 Nomor 1.
- 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.
- Kusumawati, Dyah Hayu., dan Widya Dwi Rukmi Putri. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Jagung Yang Diinkorporasi Dengan Perasan Temu Hitam. Universitas Brawijaya Malang. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 1 No.1 p.90-100.
- Lestari, Lily Arsanti., Fatma Zuhrotun Nisa., Sudarmanto. 2013. Analisis Zat Gizi. Fakultas Kedokteran. Universitas Gadjah Mada.
- Murdinah., Muhamad Darmawan., Dina Fransiska. 2007. Karakteristik *Edible Film* Dari Komposit Alginat, Gluten Dan Lilin Lebah (*Beeswax*). Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Vol. 2 No. 1.

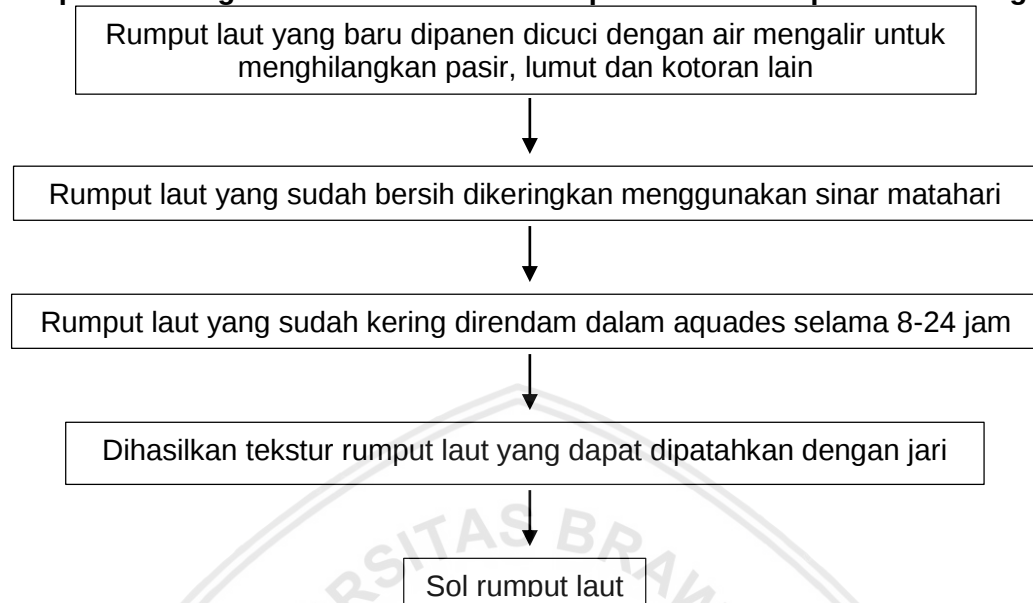
- Murni, Sri Wahyu., Harso.P., Desi.W., Novita.S. 2013. Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (*Zea Mays L.*) dan Kitosan. UPN Veteran Yogyakarta. ISSN 1693-4393.
- Nurhayati., dan Agusman. 2011. *Edible Film* Kitosan Dari Limbah Udang Sebagai Pengemas Pangan Ramah Lingkungan. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Squalen Vol. 6 No.1.
- Pangesti, Anggaeni Dwi., Abdul Rahim., Gatot S.H. 2014. Karakteristik Fisik, Mekanik Dan Sensoris Edible Film Dari Pati Talas Pada Berbagai Konsentrasi Asam Palmitat. Universitas Tadulako Palu. e-Journal. Agrotekbis 2 (6) : 604-610.
- Pawignya, Harsa., Dyah T.R., Boan T.V.H., Novie V. 2015. Pembuatan *Edible Film* dari Karagenan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* untuk Mengawetkan Buah Nanas. Teknik Kimia, UPN Veteran Yogyakarta ISSN 1693-4393.
- Poeloengasih, C.Dewi dan Djagal W.Marseno. 2003. Karakteristik Edible film Komposit Protein Biji Kecipir dan Tapioka. Jurnal Teknol dan Industri Pangan. Vol. XIV nomor 3.
- Poncomulyo, Taurino., Hertti.M., Lusi.K. 2008. Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut. Gramedia Pustaka.
- Prasetyaningrum, Aji., Nur R., Deti N.K., Fransiska D.N.W. 2010. Karakterisasi Bioactive Edible Film Dari Komposit Alginat Dan Lilin Lebah Sebagai Bahan Pengemas Makanan Biodegradable. Teknik Kimia, Universitas Diponegoro. ISSN : 1411-4216.
- Purwaningsih, Sri., Ella Salamah., Gian.P.Apriyana. 2013. Profil Protein Dan Asam Amino Keong Ipong-Ipong (*Fasciolaria Salmo*) Pada Pengolahan Yang Berbeda. Jurnal Gizi dan Pangan. Institut Pertanian Bogor. Vol.8 No. 1
- Purwanti, Ani. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- 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.
- Santoso, Joko., Yumiko Yoshie., Takeshi Suzuki. 2004. Komposisi Mineral, Asam Lemak dan Serat pada Beberapa Jenis Rumput Laut Indonesia. Jurnal Ilmu Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia. JIid 11, Nomoer 1:45-51.
- 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, Wini., Tety S., Lena R. 2013. Preparasi Dan Karakterisasi *Edible Film* Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Valensi Vol. 3 No. 2.
- 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.
- Sinaga, Loisa Lorensia., Melisa Seri Rejekina S., Mersi Suriani Sinaga. 2013. Karakteristik *Edible Film* Dari Ekstrak Kacang Kedelai Dengan Penambahan Tepung Tapioka Dan Gliserol Sebagai Bahan Pengemas Makanan. Universitas Sumatera Utara. Jurnal Teknik Kimia Vol. 2, No. 4.
- 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.
- Suparmi., dan Achmad S. 2009. Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri Dan Kesehatan. Sultan Agung Vol. XLIV No. 118.
- Suryaningsih, Suhestri. 2014. Biologi Ikan Lele. Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.
- Sutono, Doddy., Yudi Pranoto. 2013. Ekstrak Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Sebagai *Cross Linking Agent* Pada Pembentukan *Edible Film* Gelatin Kulit Ikan Nila Hitam (*Oreochromis mossambicus*). Agritech Vol. 33, No. 2.
- Standart Nasional Indonesia (SNI 01-2891-1992). Cara Uji Makanan dan Minuman. Badan Standarisasi Nasional Indonesia: Jakarta.
- Syarifuddin, A. dan Yunianta. 2015. *Characterization of Edible Film from Grapefruit Albedo Pectin and Arrowroot Starch*. Pangan dan Agroindustri, 3(4), pp.1538–1547.
- Winarno, F.G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Jakarta.
- Winarno, F.G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan: Jakarta.
- Wiratmaja, I Gede., I Gusti Bagus Wijaya Kusuma., dan I Nyoman Suprpta Winaya. 2011. Pembuatan Etanol Generasi Kedua Dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Sebagai Bahan Baku. Universitas Udayana. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra.M Vol. 5 No.1.
- 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.
- Zaidar, Emma., Rumondang Bulan., Zul Alvian., Sri Taurina.R.S., Dwi Lestari.A. 2013. Pembuatan *Edible Film* Dari Campuran Tepung Rumput Laut (*Eucheuma Sp*), dengan Gliserol Dan Kitosan. Universitas Lampung.

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.

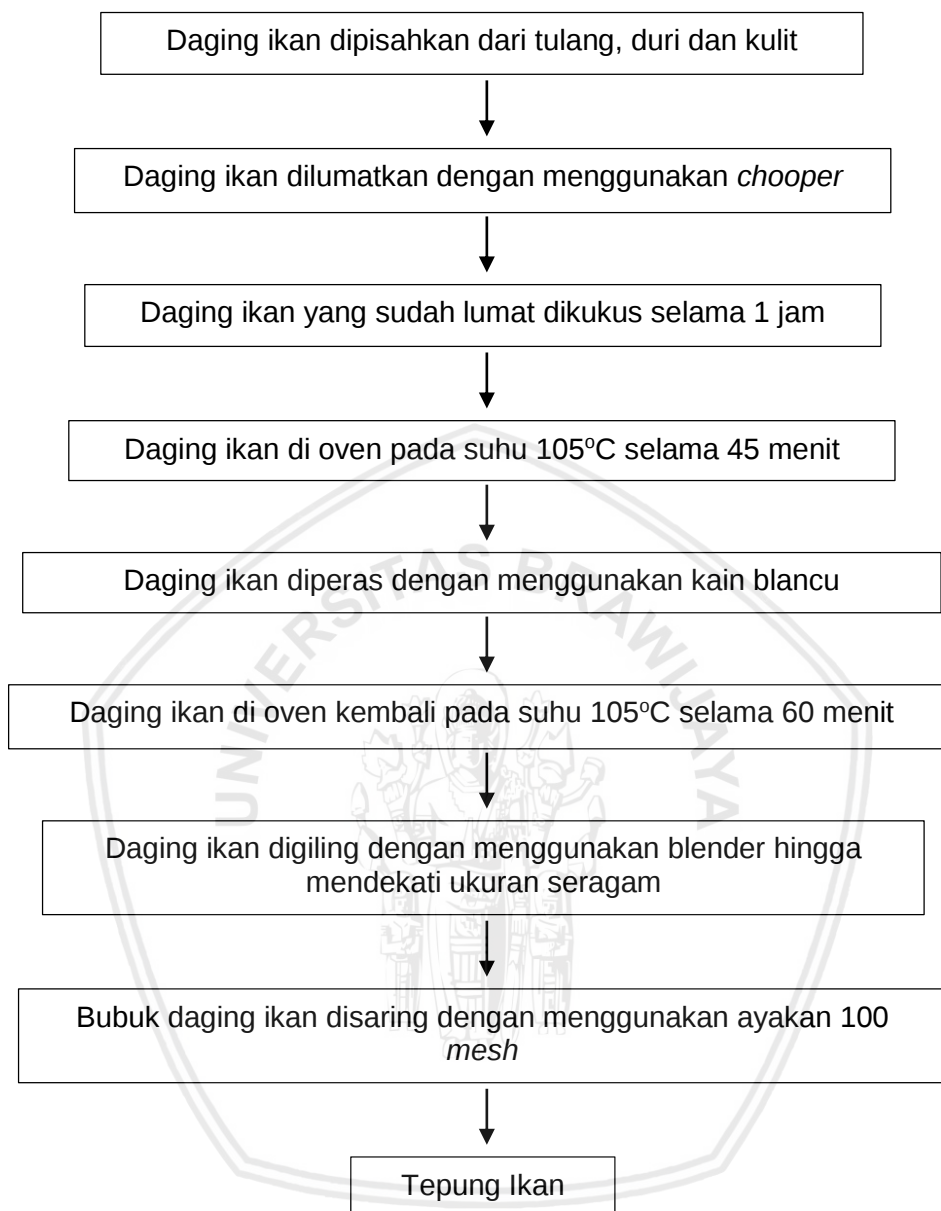


# LAMPIRAN

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

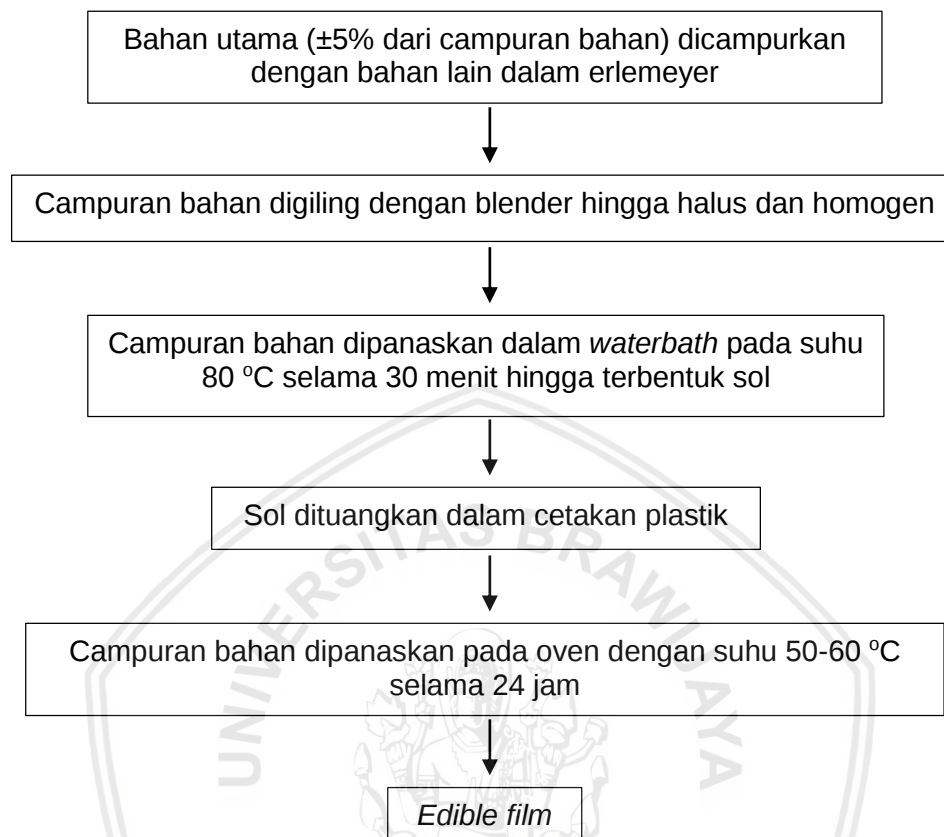
Sumber: (Lubis *et al.*, 2013)

## Lampiran 2. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ikan

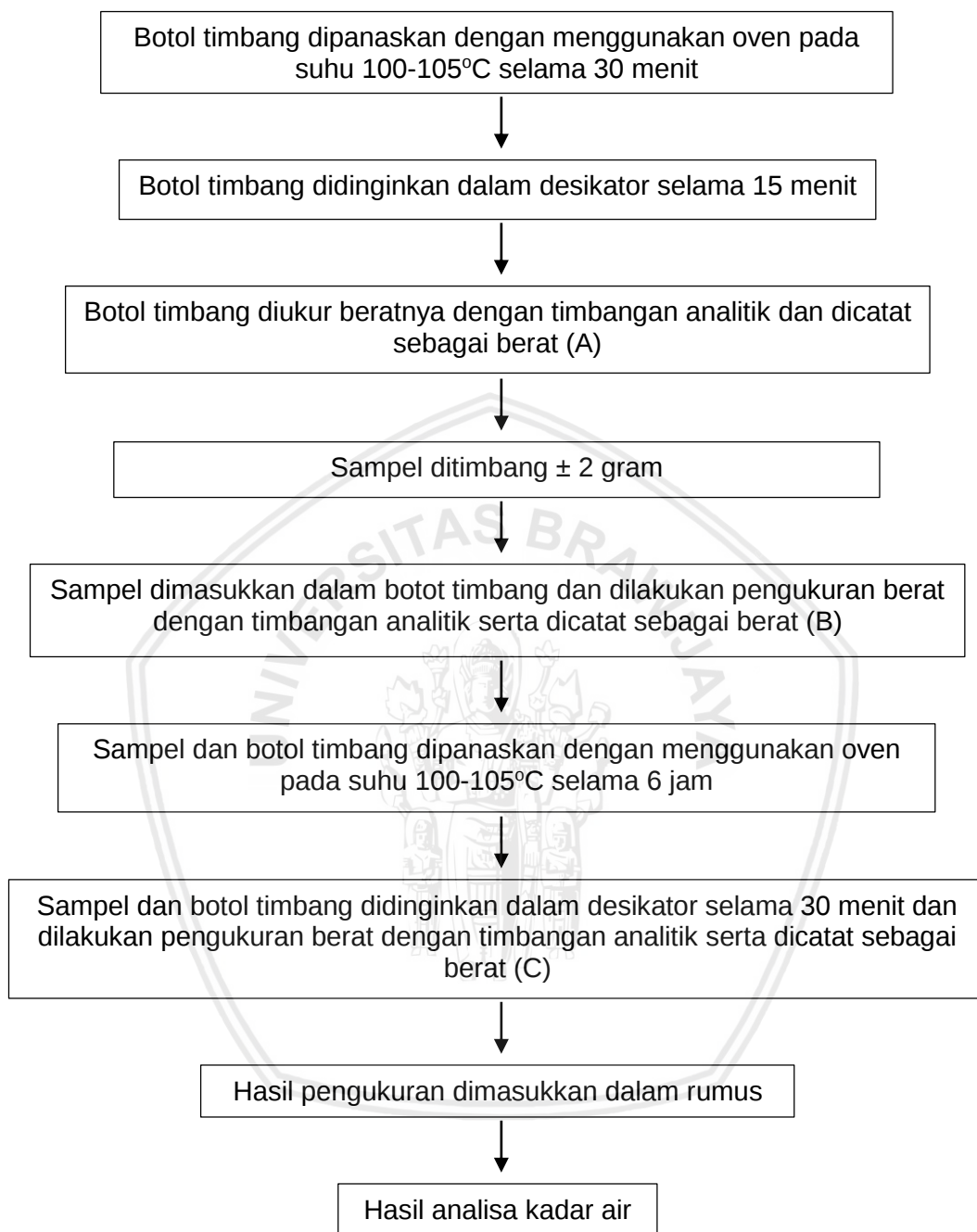


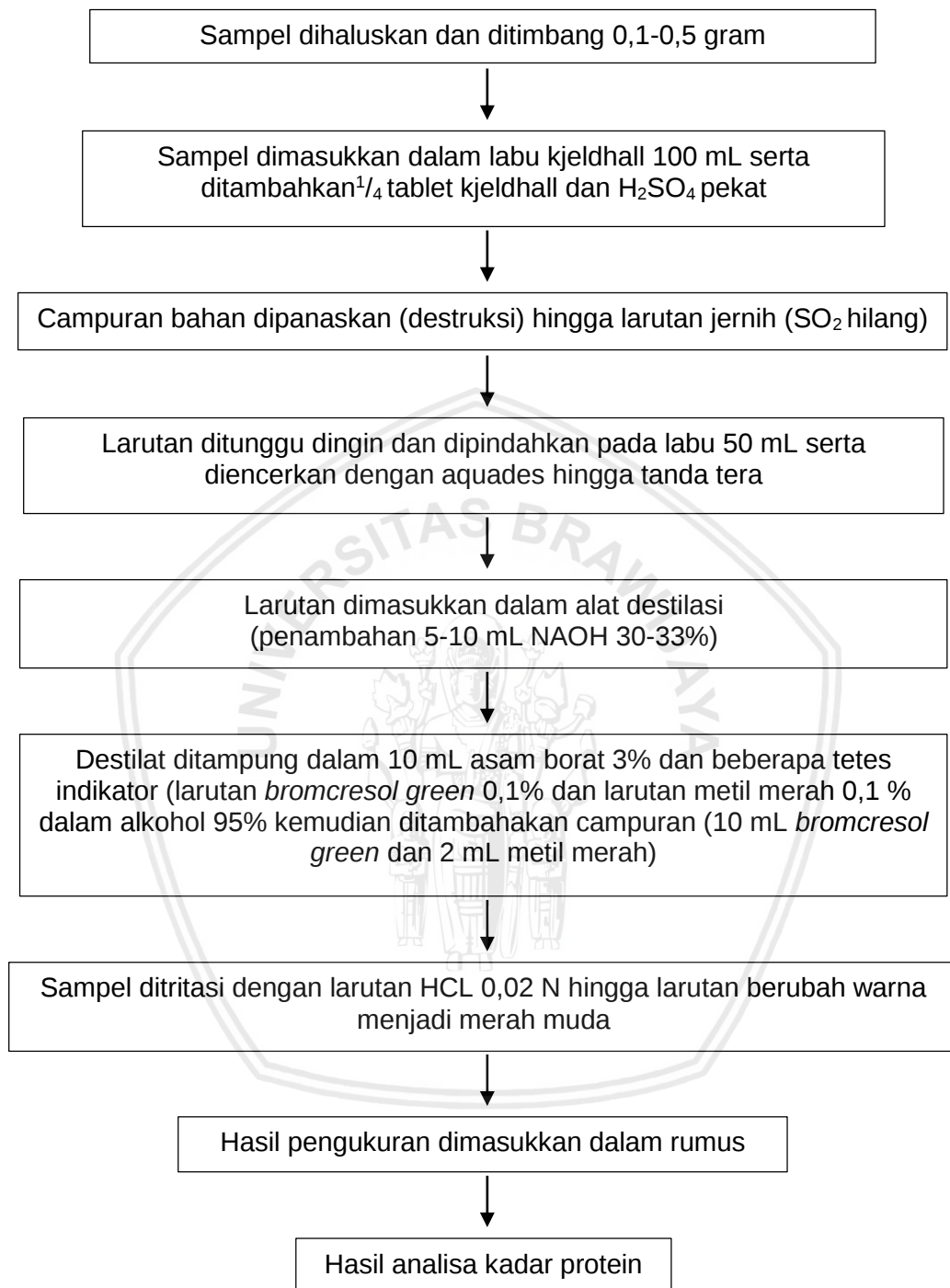
Sumber: (Pang *et al.*, 2013)

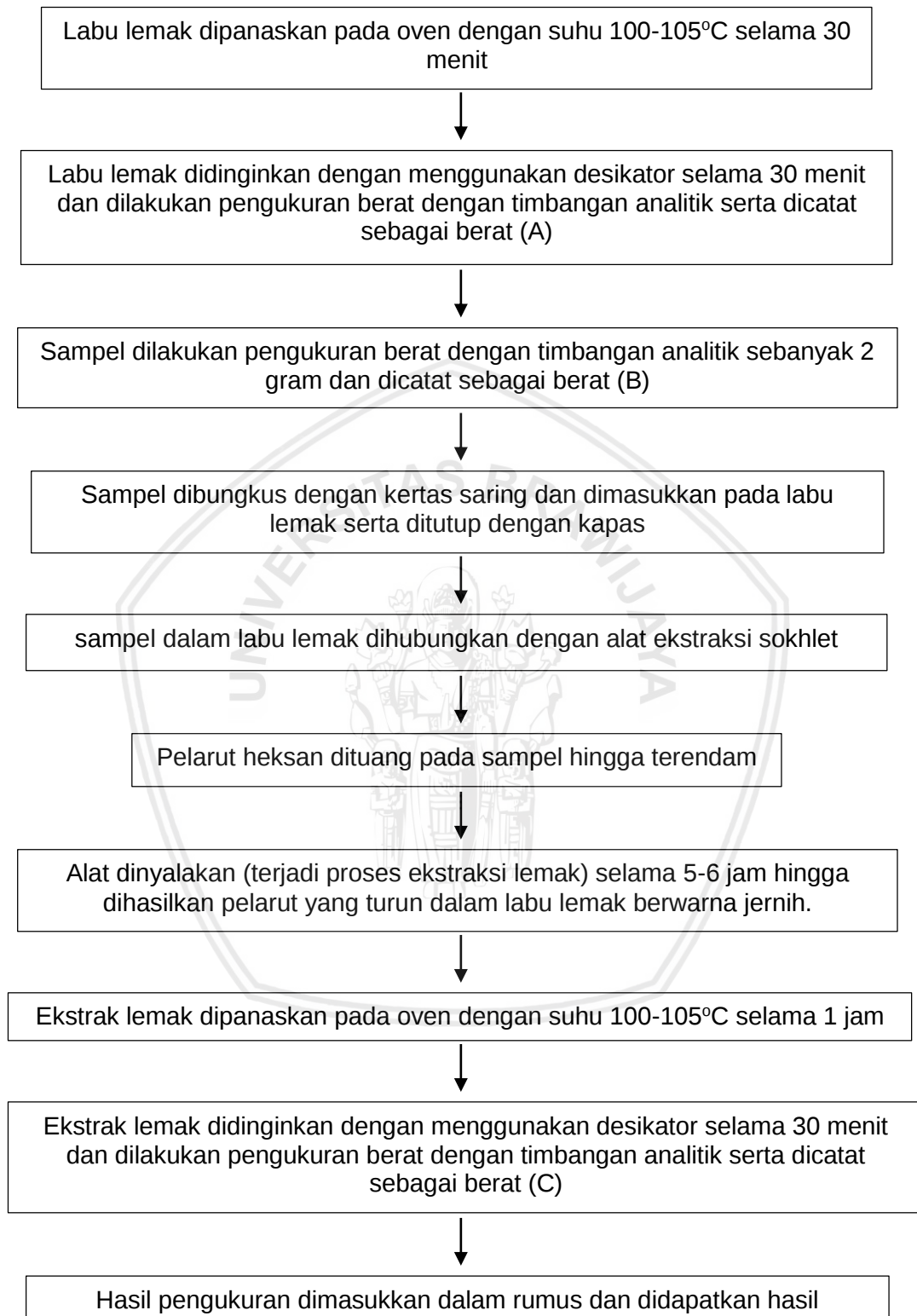
**Lampiran 3. Diagram Alir Pembuatan *Edible Film* Berbahan Campuran *Eucheuma cottoni*, *Eucheuma spinosum* dan Tepung Ikan Lele**

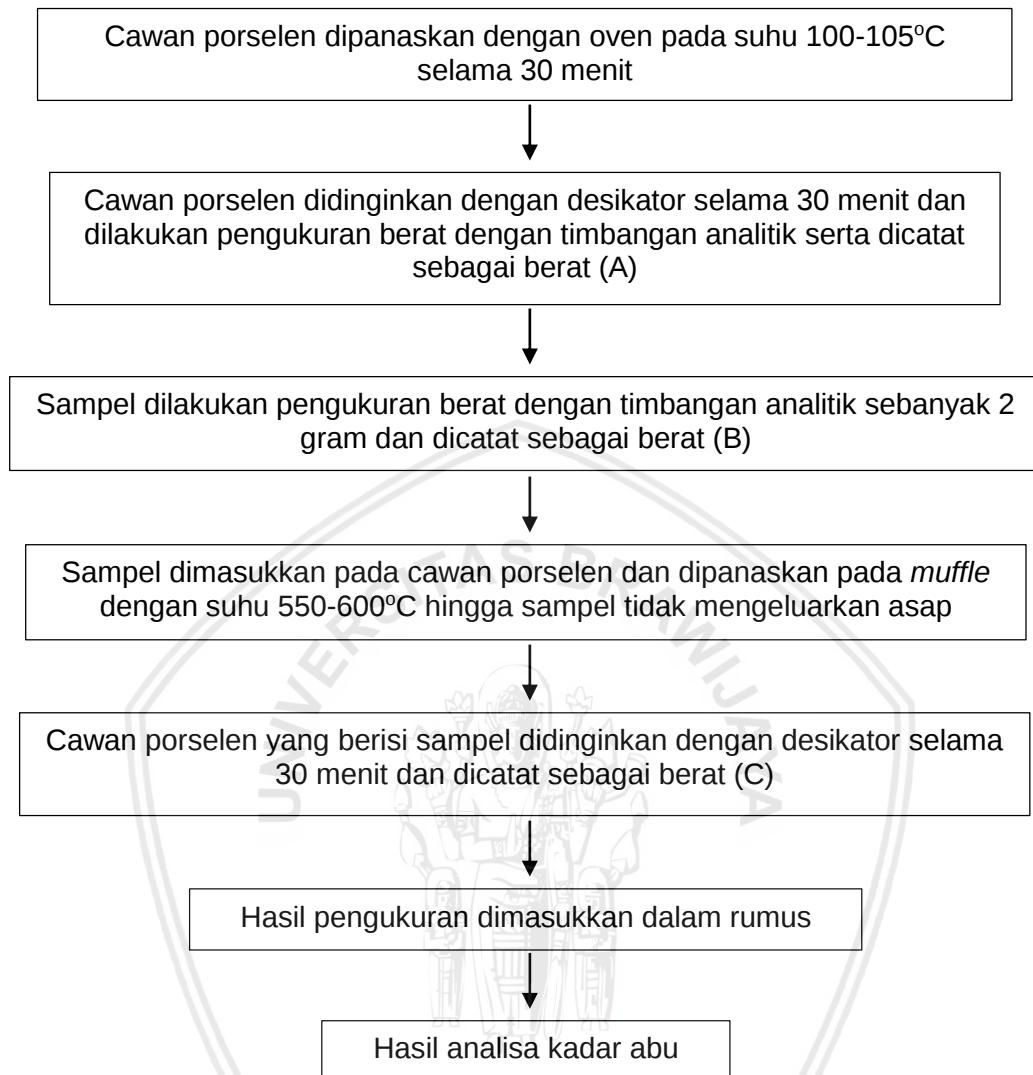


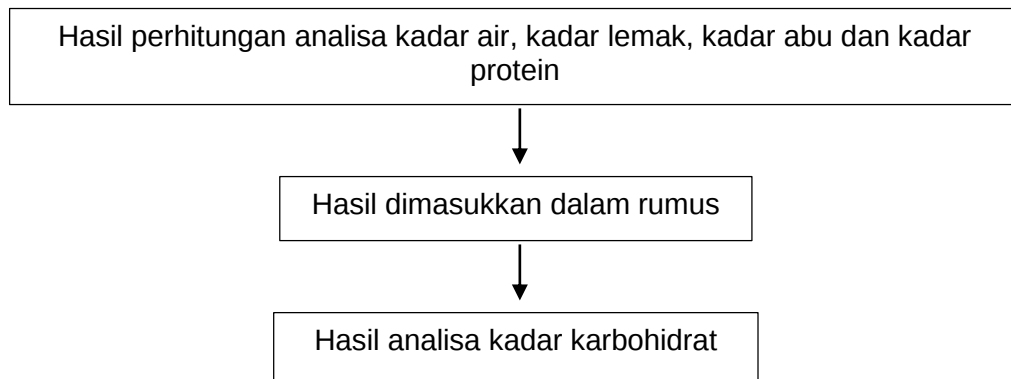
Sumber: (Sari *et al.*, 2008)

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

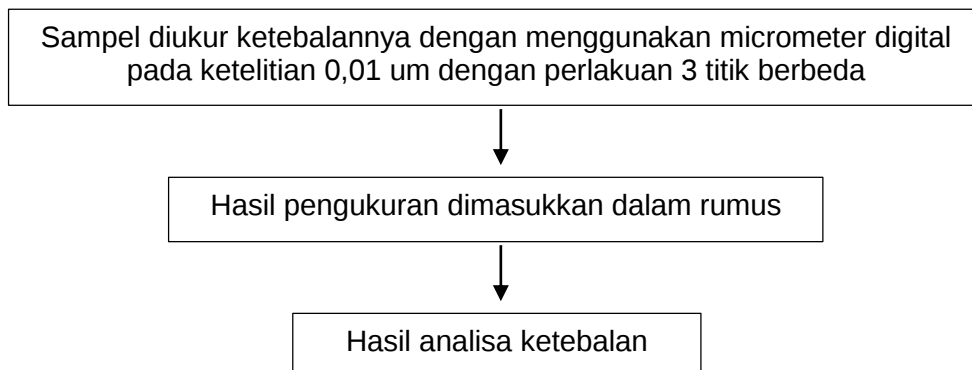
**Lampiran 5. Prosedur Analisa Pengujian Protein (AOAC, 2005)**

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

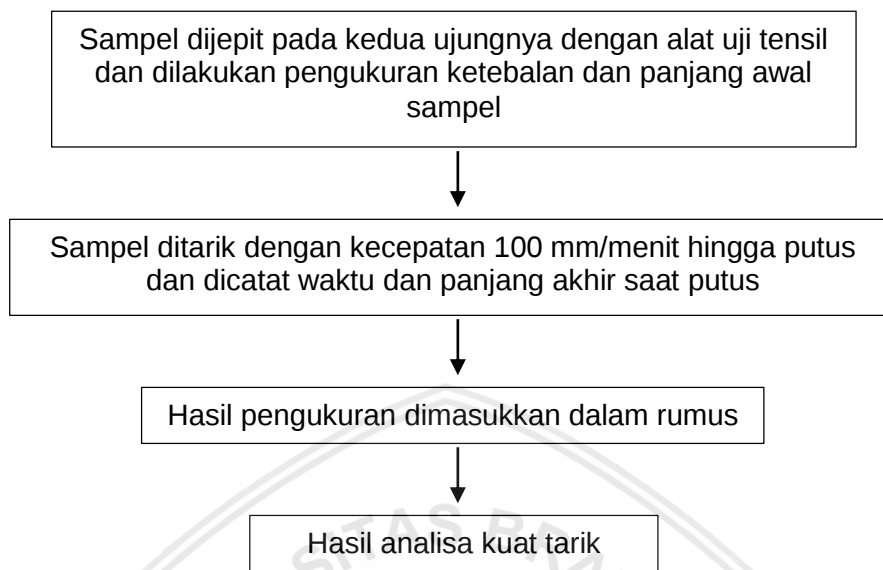
**Lampiran 7. Prosedur Analisa Pengujian Kadar Abu (AOAC, 2005)**

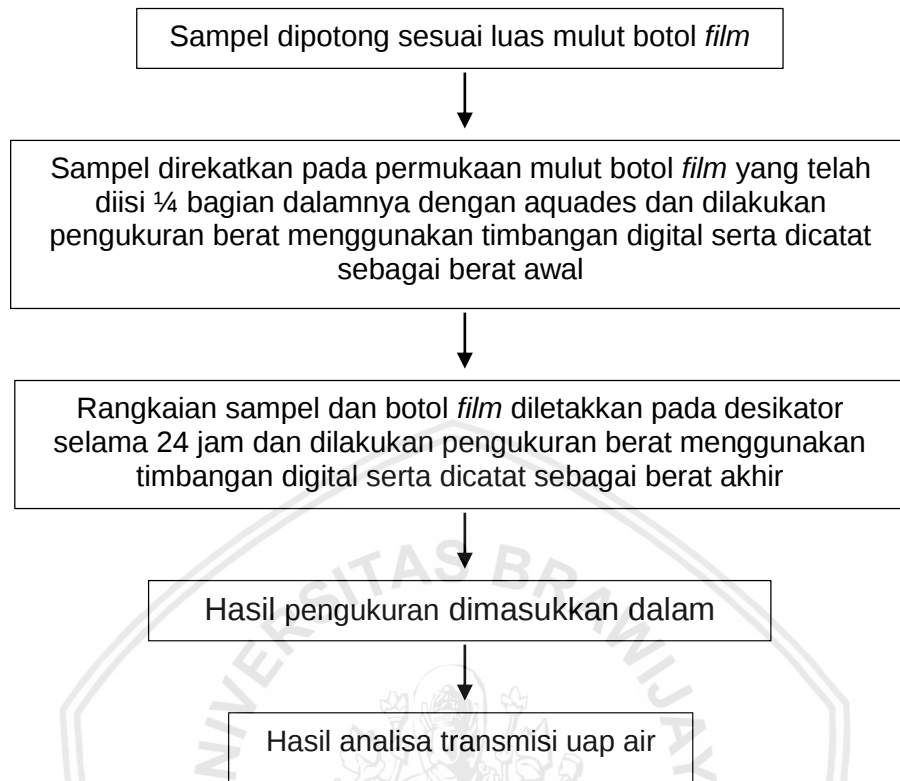
**Lampiran 8. Prosedur Analisa Pengujian Kadar Karbohidrat (Winarno, 2004)**

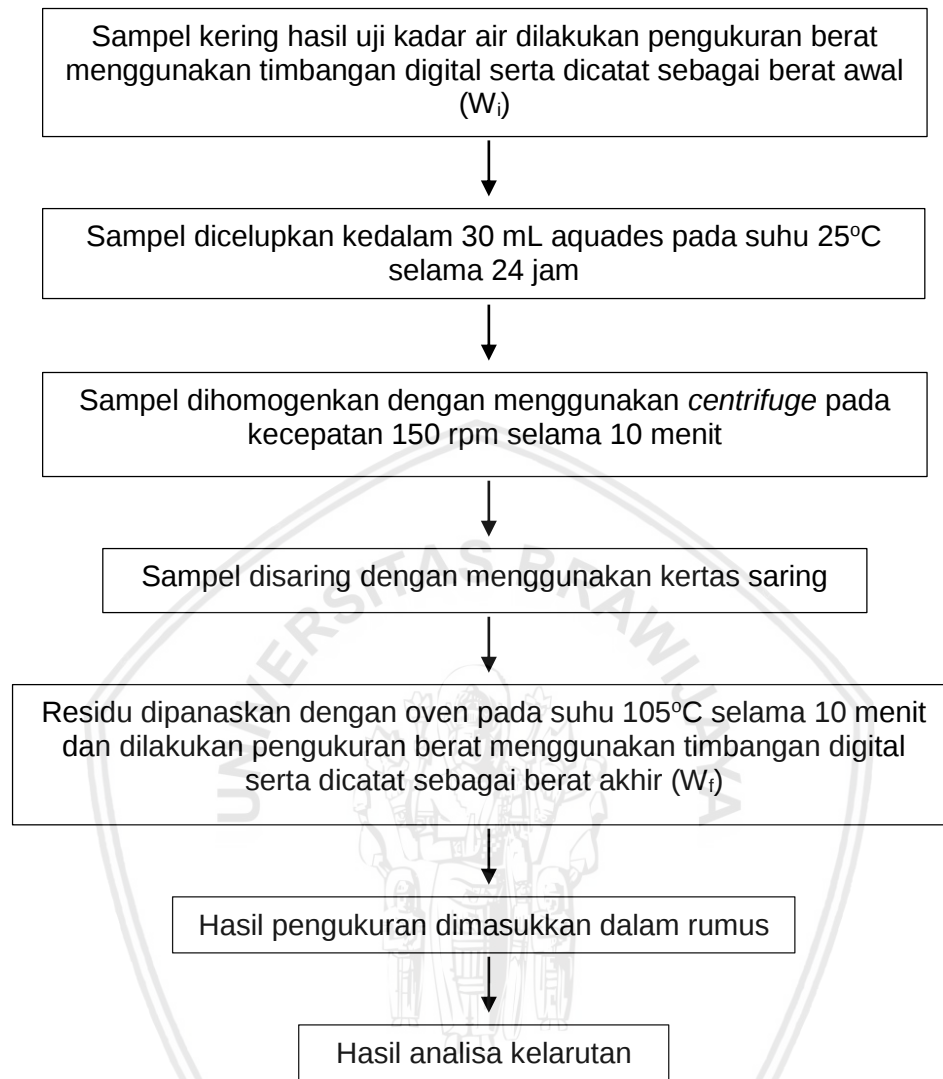
**Lampiran 9. Prosedur Pengujian Ketebalan (Syarifuddin dan Yunianta., 2015)**



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



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

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

### Lampiran 13 . Perhitungan Ketebalan Penelitian Pendahuluan

#### Hasil Ketebalan (mm)

| Sampel               | Ulangan Ke- |        |        |        | Rata-Rata |
|----------------------|-------------|--------|--------|--------|-----------|
|                      | 1           | 2      | 3      | 4      |           |
| Tepung ikan 0,5 gram | 0.0592      | 0.0904 | 0.1096 | 0.1200 | 0.0948    |
| Tepung ikan 1 gram   | 0.0931      | 0.0858 | 0.0821 | 0.1150 | 0.0940    |
| Tepung ikan 1,5 gram | 0.0981      | 0.0877 | 0.0956 | 0.1430 | 0.1061    |
| Tepung ikan 2 gram   | 0.1010      | 0.1337 | 0.1320 | 0.1480 | 0.1287    |
| Tepung ikan 2,5 gram | 0.1250      | 0.1343 | 0.1084 | 0.1490 | 0.1292    |
| Tepung ikan 3 gram   | 0.1647      | 0.1300 | 0.1193 | 0.1840 | 0.1495    |

Nilai analisa ketebalan maksimal *edible film* berdasarkan standard JIS (*Japanese Industrial Standard*) adalah 0,25 mm

#### Descriptives

| PERLAKUAN |    |                                  | Statistic | Std. Error |
|-----------|----|----------------------------------|-----------|------------|
| Ketebalan | A1 | Mean                             | .09480    | .013357    |
|           |    | 95% Confidence Interval for Mean |           |            |
|           |    | Lower Bound                      | .05229    |            |
|           |    | Upper Bound                      | .13731    |            |
|           |    | 5% Trimmed Mean                  | .09538    |            |
|           |    | Median                           | .10000    |            |
|           |    | Variance                         | .001      |            |
|           |    | Std. Deviation                   | .026713   |            |
|           |    | Minimum                          | .059      |            |
|           |    | Maximum                          | .120      |            |
|           |    | Range                            | .061      |            |
|           |    | Interquartile Range              | .050      |            |
|           |    | Skewness                         | -.908     | 1.014      |
|           |    | Kurtosis                         | -.030     | 2.619      |
|           | A2 | Mean                             | .09400    | .007364    |
|           |    | 95% Confidence Interval for Mean |           |            |
|           |    | Lower Bound                      | .07057    |            |
|           |    | Upper Bound                      | .11743    |            |
|           |    | 5% Trimmed Mean                  | .09349    |            |
|           |    | Median                           | .08945    |            |
|           |    | Variance                         | .000      |            |
|           |    | Std. Deviation                   | .014727   |            |
|           |    | Minimum                          | .082      |            |
|           |    | Maximum                          | .115      |            |
|           |    | Range                            | .033      |            |
|           |    | Interquartile Range              | .027      |            |
|           |    | Skewness                         | 1.466     | 1.014      |
|           |    | Kurtosis                         | 2.023     | 2.619      |
|           | A3 | Mean                             | .10610    | .012498    |
|           |    | 95% Confidence Interval for Mean |           |            |
|           |    | Lower Bound                      | .06633    |            |
|           |    | Upper Bound                      | .14587    |            |
|           |    | 5% Trimmed Mean                  | .10507    |            |
|           |    | Median                           | .09685    |            |

|    |                                  |             |         |         |
|----|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|    | Variance                         |             | .001    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .024996 |         |
|    | Minimum                          |             | .088    |         |
|    | Maximum                          |             | .143    |         |
|    | Range                            |             | .055    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .042    |         |
|    | Skewness                         |             | 1.808   | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | 3.448   | 2.619   |
| A4 | Mean                             |             | .12868  | .009898 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | .09717  |         |
|    |                                  | Upper Bound | .16018  |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | .12914  |         |
|    | Median                           |             | .13285  |         |
|    | Variance                         |             | .000    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .019796 |         |
|    | Minimum                          |             | .101    |         |
|    | Maximum                          |             | .148    |         |
|    | Range                            |             | .047    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .036    |         |
|    | Skewness                         |             | -1.187  | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | 2.276   | 2.619   |
| A5 | Mean                             |             | .12917  | .008507 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | .10210  |         |
|    |                                  | Upper Bound | .15625  |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | .12923  |         |
|    | Median                           |             | .12965  |         |
|    | Variance                         |             | .000    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .017013 |         |
|    | Minimum                          |             | .108    |         |
|    | Maximum                          |             | .149    |         |
|    | Range                            |             | .041    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .033    |         |
|    | Skewness                         |             | -.151   | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | .097    | 2.619   |
| A6 | Mean                             |             | .14950  | .015038 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | .10164  |         |
|    |                                  | Upper Bound | .19736  |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | .14926  |         |
|    | Median                           |             | .14735  |         |
|    | Variance                         |             | .001    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .030075 |         |
|    | Minimum                          |             | .119    |         |
|    | Maximum                          |             | .184    |         |
|    | Range                            |             | .065    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .057    |         |
|    | Skewness                         |             | .236    | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | -3.533  | 2.619   |

### Tests of Normality

| PERLAKUAN | N  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|-----------|----|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|           |    | Statistic                       | df | Sig. | Statistic    | df | Sig. |
| Ketebalan | A1 | .210                            | 4  | .    | .945         | 4  | .685 |
|           | A2 | .274                            | 4  | .    | .872         | 4  | .307 |
|           | A3 | .376                            | 4  | .    | .788         | 4  | .082 |
|           | A4 | .317                            | 4  | .    | .903         | 4  | .447 |
|           | A5 | .153                            | 4  | .    | .999         | 4  | .996 |
|           | A6 | .242                            | 4  | .    | .930         | 4  | .595 |

### Test of Homogeneity of Variances

Ketebalan

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .965             | 5   | 18  | .465 |

### ANOVA

| Ketebalan      |                |    |             |       |      |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
| Between Groups | .010           | 5  | .002        | 3.792 | .016 |
| Within Groups  | .009           | 18 | .001        |       |      |
| Total          | .019           | 23 |             |       |      |

## Multiple Comparisons

Ketebalan  
Tukey HSD

| (I)<br>Perlakuan | (J)<br>Perlakuan | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig.  | 95% Confidence Interval |             |
|------------------|------------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
|                  |                  |                       |            |       | Lower Bound             | Upper Bound |
| A1               | A2               | .000800               | .016179    | 1.000 | -.05062                 | .05222      |
|                  | A3               | -.011300              | .016179    | .980  | -.06272                 | .04012      |
|                  | A4               | -.033875              | .016179    | .333  | -.08529                 | .01754      |
|                  | A5               | -.034375              | .016179    | .319  | -.08579                 | .01704      |
|                  | A6               | -.054700*             | .016179    | .033  | -.10612                 | -.00328     |
| A2               | A1               | -.000800              | .016179    | 1.000 | -.05222                 | .05062      |
|                  | A3               | -.012100              | .016179    | .973  | -.06352                 | .03932      |
|                  | A4               | -.034675              | .016179    | .310  | -.08609                 | .01674      |
|                  | A5               | -.035175              | .016179    | .296  | -.08659                 | .01624      |
|                  | A6               | -.055500*             | .016179    | .030  | -.10692                 | -.00408     |
| A3               | A1               | .011300               | .016179    | .980  | -.04012                 | .06272      |
|                  | A2               | .012100               | .016179    | .973  | -.03932                 | .06352      |
|                  | A4               | -.022575              | .016179    | .729  | -.07399                 | .02884      |
|                  | A5               | -.023075              | .016179    | .712  | -.07449                 | .02834      |
|                  | A6               | -.043400              | .016179    | .128  | -.09482                 | .00802      |
| A4               | A1               | .033875               | .016179    | .333  | -.01754                 | .08529      |
|                  | A2               | .034675               | .016179    | .310  | -.01674                 | .08609      |
|                  | A3               | .022575               | .016179    | .729  | -.02884                 | .07399      |
|                  | A5               | -.000500              | .016179    | 1.000 | -.05192                 | .05092      |
|                  | A6               | -.020825              | .016179    | .788  | -.07224                 | .03059      |
| A5               | A1               | .034375               | .016179    | .319  | -.01704                 | .08579      |
|                  | A2               | .035175               | .016179    | .296  | -.01624                 | .08659      |
|                  | A3               | .023075               | .016179    | .712  | -.02834                 | .07449      |
|                  | A4               | .000500               | .016179    | 1.000 | -.05092                 | .05192      |
|                  | A6               | -.020325              | .016179    | .804  | -.07174                 | .03109      |
| A6               | A1               | .054700*              | .016179    | .033  | .00328                  | .10612      |
|                  | A2               | .055500*              | .016179    | .030  | .00408                  | .10692      |
|                  | A3               | .043400               | .016179    | .128  | -.00802                 | .09482      |
|                  | A4               | .020825               | .016179    | .788  | -.03059                 | .07224      |
|                  | A5               | .020325               | .016179    | .804  | -.03109                 | .07174      |

## Ketebalan

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 |        |
|-----------|---|-------------------------|--------|
|           |   | 1                       | 2      |
| A2        | 4 | .1007                   |        |
| A1        | 4 | .0948                   |        |
| A3        | 4 | .1061                   | .1061  |
| A4        | 4 | .1287                   | .1287  |
| A5        | 4 | .1292                   | .1292  |
| A6        | 4 |                         | .14950 |
| Sig.      |   | .296                    | .128   |

### Lampiran 14 . Perhitungan Kuat Tarik Penelitian Utama

#### Hasil Kuat Tarik (kgf/cm<sup>2</sup>)

| Sampel               | Ulangan Ke- |         |         |         | Rata-Rata |
|----------------------|-------------|---------|---------|---------|-----------|
|                      | 1           | 2       | 3       | 4       |           |
| Tepung ikan 0,5 gram | 19.1987     | 19.4315 | 17.6486 | 17.8449 | 18.5309   |
| Tepung ikan 1 gram   | 14.1243     | 13.0070 | 14.9735 | 14.5569 | 14.1654   |
| Tepung ikan 1,5 gram | 13.0305     | 13.9591 | 13.0920 | 14.7610 | 13.7107   |
| Tepung ikan 2 gram   | 13.7280     | 13.8857 | 14.4247 | 13.1048 | 13.7858   |
| Tepung ikan 2,5 gram | 12.1082     | 11.7184 | 11.4983 | 12.7431 | 12.0170   |
| Tepung ikan 3 gram   | 8.7532      | 9.0246  | 8.6715  | 9.6652  | 9.0286    |

Nilai analisa kuat tarik minimal *edible film* berdasarkan standard JIS (*Japanese Industrial Standard*) adalah 4 kgf/cm<sup>2</sup>

#### Descriptives

| Perlakuan                                       |                                  | Statistic   | Std. Error |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|-------------|------------|
| Hasil Analisa A1<br>Kuat Tarik dalam satuan MPa | Mean                             | 1.85309     | .456991    |
|                                                 | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound |            |
|                                                 |                                  | Upper Bound |            |
|                                                 | 5% Trimmed Mean                  | 1.85299     |            |
|                                                 | Median                           | 1.85218     |            |
|                                                 | Variance                         | .835        |            |
|                                                 | Std. Deviation                   | .913981     |            |
|                                                 | Minimum                          | 17.649      |            |
|                                                 | Maximum                          | 19.432      |            |
|                                                 | Range                            | 1.783       |            |
|                                                 | Interquartile Range              | 1.676       |            |
|                                                 | Skewness                         | .016        |            |
|                                                 | Kurtosis                         | -5.455      |            |
|                                                 |                                  |             | 1.014      |
| A2                                              | Mean                             | 1.41659     | .423555    |
|                                                 | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound |            |
|                                                 |                                  | Upper Bound |            |
|                                                 | 5% Trimmed Mean                  | 1.41853     |            |
|                                                 | Median                           | 1.43406     |            |
|                                                 | Variance                         | .718        |            |
|                                                 | Std. Deviation                   | .847111     |            |
|                                                 | Minimum                          | 13.007      |            |
|                                                 | Maximum                          | 14.975      |            |
|                                                 | Range                            | 1.968       |            |
|                                                 | Interquartile Range              | 1.584       |            |
|                                                 | Skewness                         | -1.060      |            |
|                                                 | Kurtosis                         | 1.105       |            |
|                                                 |                                  |             | 1.014      |
| A3                                              | Mean                             | 1.37106     | .409298    |
|                                                 | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound |            |
|                                                 |                                  | Upper Bound |            |
|                                                 | 5% Trimmed Mean                  | 1.36901     |            |
|                                                 | Median                           | 1.35255     |            |
|                                                 | Variance                         | .670        |            |

|    |                                  |             |         |         |
|----|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|    | Std. Deviation                   |             | .818595 |         |
|    | Minimum                          |             | 13.030  |         |
|    | Maximum                          |             | 14.761  |         |
|    | Range                            |             | 1.730   |         |
|    | Interquartile Range              |             | 1.515   |         |
|    | Skewness                         |             | .757    | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | -1.761  | 2.619   |
| A4 | Mean                             |             | 1.37858 | .271612 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 1.29214 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 1.46502 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 1.37881 |         |
|    | Median                           |             | 1.38068 |         |
|    | Variance                         |             | .295    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .543223 |         |
|    | Minimum                          |             | 13.105  |         |
|    | Maximum                          |             | 14.425  |         |
|    | Range                            |             | 1.320   |         |
|    | Interquartile Range              |             | 1.029   |         |
|    | Skewness                         |             | -.226   | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | 1.115   | 2.619   |
| A5 | Mean                             |             | 1.20156 | .272762 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 1.11476 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 1.28837 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 1.20040 |         |
|    | Median                           |             | 1.19106 |         |
|    | Variance                         |             | .298    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .545523 |         |
|    | Minimum                          |             | 11.498  |         |
|    | Maximum                          |             | 12.743  |         |
|    | Range                            |             | 1.245   |         |
|    | Interquartile Range              |             | 1.030   |         |
|    | Skewness                         |             | .907    | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | .032    | 2.619   |
| A6 | Mean                             |             | 9.02862 | .225211 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 8.31190 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 9.74535 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 9.01310 |         |
|    | Median                           |             | 8.88890 |         |
|    | Variance                         |             | .203    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .450422 |         |
|    | Minimum                          |             | 8.672   |         |
|    | Maximum                          |             | 9.665   |         |
|    | Range                            |             | .994    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .813    |         |
|    | Skewness                         |             | 1.397   | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | 1.582   | 2.619   |

### Tests of Normality

|            |    | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|------------|----|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|            |    | Statistic                       | df | Sig. | Statistic    | df | Sig. |
| Kuat Tarik | A1 | .274                            | 4  | .    | .840         | 4  | .194 |
|            | A2 | .230                            | 4  | .    | .943         | 4  | .672 |
|            | A3 | .275                            | 4  | .    | .885         | 4  | .359 |
|            | A4 | .208                            | 4  | .    | .984         | 4  | .925 |
|            | A5 | .207                            | 4  | .    | .947         | 4  | .697 |
|            | A6 | .254                            | 4  | .    | .871         | 4  | .301 |

### Test of Homogeneity of Variances

Kuat Tarik

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.313            | 5   | 18  | .303 |

### ANOVA

| Kuat Tarik     |                |    |             |        |      |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
| Between Groups | 192.267        | 5  | 38.453      | 76.432 | .000 |
| Within Groups  | 9.056          | 18 | .503        |        |      |
| Total          | 201.323        | 23 |             |        |      |

## Multiple Comparisons

Kuat Tarik  
Tukey HSD

| (I)<br>Perlakuan | (J)<br>Perlakuan | Mean Difference (I-J)  | Std. Error | Sig.  | 95% Confidence Interval |             |
|------------------|------------------|------------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
|                  |                  |                        |            |       | Lower Bound             | Upper Bound |
| A1               | A2               | 4.365050 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 2.77111                 | 5.95899     |
|                  | A3               | 4.820275 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 3.22633                 | 6.41422     |
|                  | A4               | 4.745125 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 3.15118                 | 6.33907     |
|                  | A5               | 6.515275 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 4.92133                 | 8.10922     |
|                  | A6               | 9.502300 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 7.90836                 | 11.09624    |
| A2               | A1               | -4.365050 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -5.95899                | -2.77111    |
|                  | A3               | .455225                | .501550    | .940  | -1.13872                | 2.04917     |
|                  | A4               | .380075                | .501550    | .971  | -1.21387                | 1.97402     |
|                  | A5               | 2.150225 <sup>*</sup>  | .501550    | .005  | .55628                  | 3.74417     |
|                  | A6               | 5.137250 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 3.54331                 | 6.73119     |
| A3               | A1               | -4.820275 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -6.41422                | -3.22633    |
|                  | A2               | -.455225               | .501550    | .940  | -2.04917                | 1.13872     |
|                  | A4               | -.075150               | .501550    | 1.000 | -1.66909                | 1.51879     |
|                  | A5               | 1.695000 <sup>*</sup>  | .501550    | .033  | .10106                  | 3.28894     |
|                  | A6               | 4.682025 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 3.08808                 | 6.27597     |
| A4               | A1               | -4.745125 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -6.33907                | -3.15118    |
|                  | A2               | -.380075               | .501550    | .971  | -1.97402                | 1.21387     |
|                  | A3               | .075150                | .501550    | 1.000 | -1.51879                | 1.66909     |
|                  | A5               | 1.770150 <sup>*</sup>  | .501550    | .025  | .17621                  | 3.36409     |
|                  | A6               | 4.757175 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 3.16323                 | 6.35112     |
| A5               | A1               | -6.515275 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -8.10922                | -4.92133    |
|                  | A2               | -2.150225 <sup>*</sup> | .501550    | .005  | -3.74417                | -.55628     |
|                  | A3               | -1.695000 <sup>*</sup> | .501550    | .033  | -3.28894                | -.10106     |
|                  | A4               | -1.770150 <sup>*</sup> | .501550    | .025  | -3.36409                | -.17621     |
|                  | A6               | 2.987025 <sup>*</sup>  | .501550    | .000  | 1.39308                 | 4.58097     |
| A6               | A1               | -9.502300 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -11.09624               | -7.90836    |
|                  | A2               | -5.137250 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -6.73119                | -3.54331    |
|                  | A3               | -4.682025 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -6.27597                | -3.08808    |
|                  | A4               | -4.757175 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -6.35112                | -3.16323    |
|                  | A5               | -2.987025 <sup>*</sup> | .501550    | .000  | -4.58097                | -1.39308    |

## Kuat Tarik

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |         |
|-----------|---|-------------------------|---------|---------|---------|
|           |   | 1                       | 2       | 3       | 4       |
| A6        | 4 | 9.02862                 |         |         |         |
| A5        | 4 |                         | 12.0170 |         |         |
| A3        | 4 |                         |         | 13.7107 |         |
| A4        | 4 |                         |         | 13.7858 |         |
| A2        | 4 |                         |         | 14.1659 |         |
| A1        | 4 |                         |         |         | 18.5309 |
| Sig.      |   | 1.000                   | 1.000   | .940    | 1.000   |

### Lampiran 15 . Perhitungan Elongasi Penelitian Utama

#### Hasil Elongasi (%)

| Sampel                                                                                                                         | Ulangan Ke- |        |        |        | Rata-Rata |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|--------|--------|-----------|
|                                                                                                                                | 1           | 2      | 3      | 4      |           |
| Tepung ikan 0,5 gram                                                                                                           | 8.9545      | 8.3889 | 9.6071 | 8.8214 | 8.9430    |
| Tepung ikan 1 gram                                                                                                             | 4.9045      | 5.8673 | 5.1390 | 5.4496 | 5.3401    |
| Tepung ikan 1,5 gram                                                                                                           | 5.5556      | 4.9550 | 5.1111 | 5.7522 | 5.3435    |
| Tepung ikan 2 gram                                                                                                             | 5.2778      | 4.6947 | 4.6786 | 5.3097 | 4.9902    |
| Tepung ikan 2,5 gram                                                                                                           | 4.3812      | 4.3333 | 3.6906 | 4.6036 | 4.2522    |
| Tepung ikan 3 gram                                                                                                             | 4.6667      | 4.8493 | 4.3453 | 4.5714 | 4.6082    |
| Nilai analisa elongasi minimal <i>edible film</i> berdasarkan standard JIS ( <i>Japanese Industrial Standard</i> ) adalah 70 % |             |        |        |        |           |

#### Descriptives

| Perlakuan                               |    |                                  | Statistic | Std. Error |
|-----------------------------------------|----|----------------------------------|-----------|------------|
| Hasil Analisa Elongasi dalam satuan (%) | A1 | Mean                             | 8.94298   | .252153    |
|                                         |    | 95% Confidence Interval for Mean |           |            |
|                                         |    | Lower Bound                      | 8.14051   |            |
|                                         |    | Upper Bound                      | 9.74544   |            |
|                                         |    | 5% Trimmed Mean                  | 8.93686   |            |
|                                         |    | Median                           | 8.88795   |            |
|                                         |    | Variance                         | .254      |            |
|                                         |    | Std. Deviation                   | .504306   |            |
|                                         |    | Minimum                          | 8.389     |            |
|                                         |    | Maximum                          | 9.607     |            |
|                                         |    | Range                            | 1.218     |            |
|                                         |    | Interquartile Range              | .947      |            |
|                                         |    | Skewness                         | .629      | 1.014      |
|                                         |    | Kurtosis                         | 1.394     | 2.619      |
|                                         | A2 | Mean                             | 5.34010   | .208190    |
|                                         |    | 95% Confidence Interval for Mean |           |            |
|                                         |    | Lower Bound                      | 4.67755   |            |
|                                         |    | Upper Bound                      | 6.00265   |            |
|                                         |    | 5% Trimmed Mean                  | 5.33501   |            |
|                                         |    | Median                           | 5.29430   |            |
|                                         |    | Variance                         | .173      |            |
|                                         |    | Std. Deviation                   | .416381   |            |
|                                         |    | Minimum                          | 4.904     |            |
|                                         |    | Maximum                          | 5.867     |            |
|                                         |    | Range                            | .963      |            |
|                                         |    | Interquartile Range              | .800      |            |
|                                         |    | Skewness                         | .527      | 1.014      |
|                                         |    | Kurtosis                         | -.743     | 2.619      |
|                                         | A3 | Mean                             | 5.34348   | .186405    |
|                                         |    | 95% Confidence Interval for Mean |           |            |
|                                         |    | Lower Bound                      | 4.75025   |            |
|                                         |    | Upper Bound                      | 5.93670   |            |
|                                         |    | 5% Trimmed Mean                  | 5.34235   |            |
|                                         |    | Median                           | 5.33335   |            |
|                                         |    | Variance                         | .139      |            |

|    |                                  |             |         |         |
|----|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|    | Std. Deviation                   |             | .372811 |         |
|    | Minimum                          |             | 4.955   |         |
|    | Maximum                          |             | 5.752   |         |
|    | Range                            |             | .797    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .709    |         |
|    | Skewness                         |             | .086    | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | -3.902  | 2.619   |
| A4 | Mean                             |             | 4.99020 | .175406 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 4.43198 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 5.54842 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 4.98976 |         |
|    | Median                           |             | 4.98625 |         |
|    | Variance                         |             | .123    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .350813 |         |
|    | Minimum                          |             | 4.679   |         |
|    | Maximum                          |             | 5.310   |         |
|    | Range                            |             | .631    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .619    |         |
|    | Skewness                         |             | .005    | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | -5.948  | 2.619   |
| A5 | Mean                             |             | 4.25218 | .196234 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 3.62767 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 4.87668 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 4.26385 |         |
|    | Median                           |             | 4.35725 |         |
|    | Variance                         |             | .154    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .392469 |         |
|    | Minimum                          |             | 3.691   |         |
|    | Maximum                          |             | 4.604   |         |
|    | Range                            |             | .913    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .697    |         |
|    | Skewness                         |             | -1.445  | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | 2.661   | 2.619   |
| A6 | Mean                             |             | 4.60818 | .104890 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 4.27437 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 4.94198 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 4.60938 |         |
|    | Median                           |             | 4.61905 |         |
|    | Variance                         |             | .044    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .209779 |         |
|    | Minimum                          |             | 4.345   |         |
|    | Maximum                          |             | 4.849   |         |
|    | Range                            |             | .504    |         |
|    | Interquartile Range              |             | .402    |         |
|    | Skewness                         |             | -.289   | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | .561    | 2.619   |

## Tests of Normality

|          |    | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|----------|----|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|          |    | Statistic                       | df | Sig. | Statistic    | df | Sig. |
| Elongasi | A1 | .241                            | 4  | .    | .968         | 4  | .829 |
|          | A2 | .185                            | 4  | .    | .978         | 4  | .893 |
|          | A3 | .233                            | 4  | .    | .927         | 4  | .579 |
|          | A4 | .300                            | 4  | .    | .763         | 4  | .051 |
|          | A5 | .332                            | 4  | .    | .874         | 4  | .313 |
|          | A6 | .180                            | 4  | .    | .994         | 4  | .976 |

## Test of Homogeneity of Variances

Elongasi

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .519             | 5   | 18  | .758 |

## ANOVA

| Elongasi       |                |    |             |        |      |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
| Between Groups | 57.914         | 5  | 11.583      | 78.280 | .000 |
| Within Groups  | 2.663          | 18 | .148        |        |      |
| Total          | 60.577         | 23 |             |        |      |

## Multiple Comparisons

Elongasi  
Tukey HSD

| (I)<br>Perlakuan | (J)<br>Perlakuan | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig.  | 95% Confidence Interval |             |
|------------------|------------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
|                  |                  |                       |            |       | Lower Bound             | Upper Bound |
| A1               | A2               | 3.6028750*            | .2719979   | .000  | 2.738456                | 4.467294    |
|                  | A3               | 3.5995000*            | .2719979   | .000  | 2.735081                | 4.463919    |
|                  | A4               | 3.9527750*            | .2719979   | .000  | 3.088356                | 4.817194    |
|                  | A5               | 4.6908000*            | .2719979   | .000  | 3.826381                | 5.555219    |
|                  | A6               | 4.3348000*            | .2719979   | .000  | 3.470381                | 5.199219    |
| A2               | A1               | -3.6028750*           | .2719979   | .000  | -4.467294               | -2.738456   |
|                  | A3               | -.0033750             | .2719979   | 1.000 | -.867794                | .861044     |
|                  | A4               | .3499000              | .2719979   | .788  | -.514519                | 1.214319    |
|                  | A5               | 1.0879250*            | .2719979   | .009  | .223506                 | 1.952344    |
|                  | A6               | .7319250              | .2719979   | .126  | -.132494                | 1.596344    |
| A3               | A1               | -3.5995000*           | .2719979   | .000  | -4.463919               | -2.735081   |
|                  | A2               | .0033750              | .2719979   | 1.000 | -.861044                | .867794     |
|                  | A4               | .3532750              | .2719979   | .782  | -.511144                | 1.217694    |
|                  | A5               | 1.0913000*            | .2719979   | .009  | .226881                 | 1.955719    |
|                  | A6               | .7353000              | .2719979   | .123  | -.129119                | 1.599719    |
| A4               | A1               | -3.9527750*           | .2719979   | .000  | -4.817194               | -3.088356   |
|                  | A2               | -.3499000             | .2719979   | .788  | -1.214319               | .514519     |

|    |    |             |          |      |           |           |
|----|----|-------------|----------|------|-----------|-----------|
|    | A3 | -.3532750   | .2719979 | .782 | -1.217694 | .511144   |
|    | A5 | .7380250    | .2719979 | .121 | -.126394  | 1.602444  |
|    | A6 | .3820250    | .2719979 | .724 | -.482394  | 1.246444  |
| A5 | A1 | -4.6908000* | .2719979 | .000 | -5.555219 | -3.826381 |
|    | A2 | -1.0879250* | .2719979 | .009 | -1.952344 | -.223506  |
|    | A3 | -1.0913000* | .2719979 | .009 | -1.955719 | -.226881  |
|    | A4 | -.7380250   | .2719979 | .121 | -1.602444 | .126394   |
|    | A6 | -.3560000   | .2719979 | .777 | -1.220419 | .508419   |
| A6 | A1 | -4.3348000* | .2719979 | .000 | -5.199219 | -3.470381 |
|    | A2 | -.7319250   | .2719979 | .126 | -1.596344 | .132494   |
|    | A3 | -.7353000   | .2719979 | .123 | -1.599719 | .129119   |
|    | A4 | -.3820250   | .2719979 | .724 | -1.246444 | .482394   |
|    | A5 | .3560000    | .2719979 | .777 | -.508419  | 1.220419  |

### Elongasi

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 |          |          |
|-----------|---|-------------------------|----------|----------|
|           |   | 1                       | 2        | 3        |
| A5        | 4 | 4.252175                |          |          |
| A6        | 4 | 4.608175                | 4.608175 |          |
| A4        | 4 | 4.990200                | 4.990200 |          |
| A2        | 4 |                         | 5.340100 |          |
| A3        | 4 |                         | 5.343475 |          |
| A1        | 4 |                         |          | 8.942975 |
| Sig.      |   | .121                    | .123     | 1.000    |

### Lampiran 16. Perhitungan Tranmisi Uap Air Penelitian Utama

#### Hasil Transmisi Uap Air Air (g/m<sup>2</sup>.hari)

| Sampel               | Ulangan Ke- |        |        |        | Rata-rata |
|----------------------|-------------|--------|--------|--------|-----------|
|                      | 1           | 2      | 3      | 4      |           |
| Tepung ikan 0,5 gram | 6.1983      | 6.1983 | 5.3719 | 5.5096 | 5.8196    |
| Tepung ikan 1 gram   | 6.3512      | 5.6832 | 5.8719 | 5.2342 | 5.7851    |
| Tepung ikan 1,5 gram | 6.5758      | 5.6474 | 5.2342 | 6.0964 | 5.8884    |
| Tepung ikan 2 gram   | 5.6116      | 4.9587 | 5.3719 | 5.8209 | 5.4408    |
| Tepung ikan 2,5 gram | 4.9587      | 4.9587 | 5.2342 | 5.0964 | 5.0620    |
| Tepung ikan 3 gram   | 4.6832      | 3.9945 | 3.9945 | 4.9587 | 4.4077    |

Nilai analisa transmisi uap air maksimal *edible film* berdasarkan standard JIS (*Japanese Industrial Standard*) adalah 7 g/m<sup>2</sup>.hari

#### Descriptives

| Perlakuan         |    |                                  | Statistic   | Std. Error |
|-------------------|----|----------------------------------|-------------|------------|
| Transmisi Uap Air | A1 | Mean                             | 5.819525    | .2204848   |
|                   |    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 5.117844   |
|                   |    |                                  | Upper Bound | 6.521206   |
|                   |    | 5% Trimmed Mean                  | 5.823350    |            |
|                   |    | Median                           | 5.853950    |            |
|                   |    | Variance                         | .194        |            |
|                   |    | Std. Deviation                   | .4409696    |            |

|    |                                  |             |          |          |
|----|----------------------------------|-------------|----------|----------|
|    | Minimum                          |             | 5.3719   |          |
|    | Maximum                          |             | 6.1983   |          |
|    | Range                            |             | .8264    |          |
|    | Interquartile Range              |             | .7920    |          |
|    | Skewness                         |             | -.084    | 1.014    |
|    | Kurtosis                         |             | -5.518   | 2.619    |
| A2 | Mean                             |             | 5.785125 | .2312787 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 5.049093 |          |
|    |                                  | Upper Bound | 6.521157 |          |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 5.784283 |          |
|    | Median                           |             | 5.777550 |          |
|    | Variance                         |             | .214     |          |
|    | Std. Deviation                   |             | .4625573 |          |
|    | Minimum                          |             | 5.2342   |          |
|    | Maximum                          |             | 6.3512   |          |
|    | Range                            |             | 1.1170   |          |
|    | Interquartile Range              |             | .8849    |          |
|    | Skewness                         |             | .093     | 1.014    |
|    | Kurtosis                         |             | .697     | 2.619    |
| A3 | Mean                             |             | 5.888450 | .2889408 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 4.968911 |          |
|    |                                  | Upper Bound | 6.807989 |          |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 5.886611 |          |
|    | Median                           |             | 5.871900 |          |
|    | Variance                         |             | .334     |          |
|    | Std. Deviation                   |             | .5778816 |          |
|    | Minimum                          |             | 5.2342   |          |
|    | Maximum                          |             | 6.5758   |          |
|    | Range                            |             | 1.3416   |          |
|    | Interquartile Range              |             | 1.1184   |          |
|    | Skewness                         |             | .137     | 1.014    |
|    | Kurtosis                         |             | -1.195   | 2.619    |
| A4 | Mean                             |             | 5.440775 | .1850262 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 4.851939 |          |
|    |                                  | Upper Bound | 6.029611 |          |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 5.446439 |          |
|    | Median                           |             | 5.491750 |          |
|    | Variance                         |             | .137     |          |
|    | Std. Deviation                   |             | .3700524 |          |
|    | Minimum                          |             | 4.9587   |          |
|    | Maximum                          |             | 5.8209   |          |
|    | Range                            |             | .8622    |          |
|    | Interquartile Range              |             | .7066    |          |
|    | Skewness                         |             | -.690    | 1.014    |
|    | Kurtosis                         |             | -.033    | 2.619    |
| A5 | Mean                             |             | 5.062000 | .0659406 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 4.852148 |          |

|    |                                  |             |          |          |
|----|----------------------------------|-------------|----------|----------|
|    |                                  | Upper Bound | 5.271852 |          |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 5.058172 |          |
|    | Median                           |             | 5.027550 |          |
|    | Variance                         |             | .017     |          |
|    | Std. Deviation                   |             | .1318812 |          |
|    | Minimum                          |             | 4.9587   |          |
|    | Maximum                          |             | 5.2342   |          |
|    | Range                            |             | .2755    |          |
|    | Interquartile Range              |             | .2410    |          |
|    | Skewness                         |             | .855     | 1.014    |
|    | Kurtosis                         |             | -1.286   | 2.619    |
| A6 | Mean                             |             | 4.407725 | .2451139 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 3.627663 |          |
|    |                                  | Upper Bound | 5.187787 |          |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 4.400072 |          |
|    | Median                           |             | 4.33885  |          |
|    | Variance                         |             | .240     |          |
|    | Std. Deviation                   |             | .4902277 |          |
|    | Minimum                          |             | 3.9945   |          |
|    | Maximum                          |             | 4.9587   |          |
|    | Range                            |             | .9642    |          |
|    | Interquartile Range              |             | .8953    |          |
|    | Skewness                         |             | .266     | 1.014    |
|    | Kurtosis                         |             | -4.483   | 2.619    |

### Tests of Normality

| Perlakuan            | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|                      | Statistic                       | df | Sig. | Statistic    | df | Sig. |
| Transmisi Uap Air A1 | .305                            | 4  | .    | .799         | 4  | .100 |
| A2                   | .176                            | 4  | .    | .995         | 4  | .980 |
| A3                   | .162                            | 4  | .    | .992         | 4  | .966 |
| A4                   | .178                            | 4  | .    | .974         | 4  | .864 |
| A5                   | .283                            | 4  | .    | .863         | 4  | .272 |
| A6                   | .300                            | 4  | .    | .838         | 4  | .189 |

### Test of Homogeneity of Variances

Transmisi Uap Air

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 1.919            | 5   | 18  | .141 |

### ANOVA

Transmisi Uap Air

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 6.654          | 5  | 1.331       | 7.022 | .001 |
| Within Groups  | 3.411          | 18 | .190        |       |      |
| Total          | 10.065         | 23 |             |       |      |

### Post Hoc Tests

## Multiple Comparisons

Transmisi Uap Air  
Tukey HSD

| (I)<br>Perlakuan | (J)<br>Perlakuan | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig.  | 95% Confidence Interval |             |
|------------------|------------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
|                  |                  |                       |            |       | Lower Bound             | Upper Bound |
| A1               | A2               | .034400               | .307817    | 1.000 | -.94385                 | 1.01265     |
|                  | A3               | -.068925              | .307817    | 1.000 | -1.04718                | .90933      |
|                  | A4               | .378750               | .307817    | .817  | -.59950                 | 1.35700     |
|                  | A5               | .757525               | .307817    | .188  | -.22073                 | 1.73578     |
|                  | A6               | 1.411800*             | .307817    | .003  | .43355                  | 2.39005     |
| A2               | A1               | -.034400              | .307817    | 1.000 | -1.01265                | .94385      |
|                  | A3               | -.103325              | .307817    | .999  | -1.08158                | .87493      |
|                  | A4               | .344350               | .307817    | .867  | -.63390                 | 1.32260     |
|                  | A5               | .723125               | .307817    | .226  | -.25513                 | 1.70138     |
|                  | A6               | 1.377400*             | .307817    | .003  | .39915                  | 2.35565     |
| A3               | A1               | .068925               | .307817    | 1.000 | -.90933                 | 1.04718     |
|                  | A2               | .103325               | .307817    | .999  | -.87493                 | 1.08158     |
|                  | A4               | .447675               | .307817    | .695  | -.53058                 | 1.42593     |
|                  | A5               | .826450               | .307817    | .127  | -.15180                 | 1.80470     |
|                  | A6               | 1.480725*             | .307817    | .002  | .50247                  | 2.45898     |
| A4               | A1               | -.378750              | .307817    | .817  | -1.35700                | .59950      |
|                  | A2               | -.344350              | .307817    | .867  | -1.32260                | .63390      |
|                  | A3               | -.447675              | .307817    | .695  | -1.42593                | .53058      |
|                  | A5               | .378775               | .307817    | .817  | -.59948                 | 1.35703     |
|                  | A6               | 1.033050*             | .307817    | .035  | .05480                  | 2.01130     |
| A5               | A1               | -.757525              | .307817    | .188  | -1.73578                | .22073      |
|                  | A2               | -.723125              | .307817    | .226  | -1.70138                | .25513      |
|                  | A3               | -.826450              | .307817    | .127  | -1.80470                | .15180      |
|                  | A4               | -.378775              | .307817    | .817  | -1.35703                | .59948      |
|                  | A6               | .654275               | .307817    | .318  | -.32398                 | 1.63253     |
| A6               | A1               | -1.411800*            | .307817    | .003  | -2.39005                | -.43355     |
|                  | A2               | -1.377400*            | .307817    | .003  | -2.35565                | -.39915     |
|                  | A3               | -1.480725*            | .307817    | .002  | -2.45898                | -.50247     |
|                  | A4               | -1.033050*            | .307817    | .035  | -2.01130                | -.05480     |
|                  | A5               | -.654275              | .307817    | .318  | -1.63253                | .32398      |

## Transmisi Uap Air

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 |         |
|-----------|---|-------------------------|---------|
|           |   | 1                       | 2       |
| A6        | 4 | 4.40772                 |         |
| A5        | 4 | 5.06200                 | 5.06200 |
| A4        | 4 |                         | 5.44078 |
| A2        | 4 |                         | 5.78513 |
| A1        | 4 |                         | 5.81952 |
| A3        | 4 |                         | 5.88845 |
| Sig.      |   | .318                    | .127    |

### Lampiran 17. Perhitungan Kadar Air Penelitian Utama

#### Hasil Kadar Air (%)

| Sampel               | Ulangan Ke- |         |         |         | Rata-Rata |
|----------------------|-------------|---------|---------|---------|-----------|
|                      | 1           | 2       | 3       | 4       |           |
| Tepung ikan 0,5 gram | 22.6951     | 23.8511 | 21.4229 | 22.1719 | 22.5353   |
| Tepung ikan 1 gram   | 19.4746     | 20.7281 | 19.7815 | 21.6403 | 20.4061   |
| Tepung ikan 1,5 gram | 19.2735     | 18.7463 | 17.9649 | 17.0292 | 18.2535   |
| Tepung ikan 2 gram   | 17.6334     | 17.3280 | 18.0102 | 19.4134 | 18.0963   |
| Tepung ikan 2,5 gram | 17.8691     | 16.0860 | 17.1551 | 18.2929 | 17.3508   |
| Tepung ikan 3 gram   | 16.2480     | 14.8915 | 14.9522 | 18.0868 | 16.0446   |

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                             |             |                                  |             |            |         |
|------------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------|---------|
| Perlakuan                                |             |                                  | Statistic   | Std. Error |         |
| Hasil Analisa Kadar Air dalam satuan (%) | A1          | Mean                             | 2.25367     | .509285    |         |
|                                          |             | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 2.09160    |         |
|                                          |             |                                  | Upper Bound | 2.41575    |         |
|                                          |             | 5% Trimmed Mean                  | 2.25253     |            |         |
|                                          |             | Median                           | 2.24335     |            |         |
|                                          |             | Variance                         | 1.037       |            |         |
|                                          |             | Std. Deviation                   | 1.018569    |            |         |
|                                          |             | Minimum                          | 21.429      |            |         |
|                                          |             | Maximum                          | 23.851      |            |         |
|                                          |             | Range                            | 2.422       |            |         |
|                                          |             | Interquartile Range              | 1.947       |            |         |
|                                          |             | Skewness                         | .546        | 1.014      |         |
|                                          |             | Kurtosis                         | .459        | 2.619      |         |
|                                          |             |                                  | A2          | Mean       | 2.04062 |
| 95% Confidence Interval for Mean         | Lower Bound |                                  |             | 1.88465    |         |
|                                          | Upper Bound |                                  |             | 2.19660    |         |
| 5% Trimmed Mean                          | 2.03894     |                                  |             |            |         |
| Median                                   | 2.02550     |                                  |             |            |         |
| Variance                                 | .961        |                                  |             |            |         |
| Std. Deviation                           | .980234     |                                  |             |            |         |
| Minimum                                  | 19.475      |                                  |             |            |         |
| Maximum                                  | 21.640      |                                  |             |            |         |
| Range                                    | 2.165       |                                  |             |            |         |
| Interquartile Range                      | 1.860       |                                  |             |            |         |
| Skewness                                 | .609        |                                  |             | 1.014      |         |
| Kurtosis                                 | -1.833      |                                  |             | 2.619      |         |
|                                          | A3          |                                  |             | Mean       | 1.82535 |
|                                          |             | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 1.66981    |         |

|    |                                  |             |         |         |
|----|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|    |                                  | Upper Bound | 1.98089 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 1.82648 |         |
|    | Median                           |             | 1.83555 |         |
|    | Variance                         |             | .956    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .977515 |         |
|    | Minimum                          |             | 17.029  |         |
|    | Maximum                          |             | 19.274  |         |
|    | Range                            |             | 2.245   |         |
|    | Interquartile Range              |             | 1.879   |         |
|    | Skewness                         |             | -.484   | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | -1.093  | 2.619   |
| A4 | Mean                             |             | 1.80962 | .460681 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 1.66302 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 1.95623 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 1.80658 |         |
|    | Median                           |             | 1.78218 |         |
|    | Variance                         |             | .849    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .921363 |         |
|    | Minimum                          |             | 17.328  |         |
|    | Maximum                          |             | 19.413  |         |
|    | Range                            |             | 2.085   |         |
|    | Interquartile Range              |             | 1.658   |         |
|    | Skewness                         |             | 1.476   | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | 2.246   | 2.619   |
| A5 | Mean                             |             | 1.73508 | .482546 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 1.58151 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 1.88865 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 1.73687 |         |
|    | Median                           |             | 1.75121 |         |
|    | Variance                         |             | .931    |         |
|    | Std. Deviation                   |             | .965092 |         |
|    | Minimum                          |             | 16.086  |         |
|    | Maximum                          |             | 18.293  |         |
|    | Range                            |             | 2.207   |         |
|    | Interquartile Range              |             | 1.834   |         |
|    | Skewness                         |             | -.783   | 1.014   |
|    | Kurtosis                         |             | -.357   | 2.619   |
| A6 | Mean                             |             | 1.60446 | .749162 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 1.36605 |         |
|    |                                  | Upper Bound | 1.84288 |         |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 1.59952 |         |
|    | Median                           |             | 1.56001 |         |

|                     |            |       |
|---------------------|------------|-------|
| Variance            | 2.245      |       |
| Std. Deviation      | 1.498325E0 |       |
| Minimum             | 14.892     |       |
| Maximum             | 18.087     |       |
| Range               | 3.195      |       |
| Interquartile Range | 2.720      |       |
| Skewness            | 1.127      | 1.014 |
| Kurtosis            | .116       | 2.619 |

#### Tests of Normality

| Perlakuan    | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|--------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|              | Statistic                       | df | Sig. | Statistic    | df | Sig. |
| Kadar Air A1 | .188                            | 4  |      | .986         | 4  | .935 |
| A2           | .238                            | 4  |      | .939         | 4  | .649 |
| A3           | .193                            | 4  |      | .976         | 4  | .879 |
| A4           | .287                            | 4  |      | .879         | 4  | .333 |
| A5           | .204                            | 4  |      | .957         | 4  | .762 |
| A6           | .267                            | 4  |      | .863         | 4  | .273 |

#### Test of Homogeneity of Variances

Kadar Air

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .379             | 5   | 18  | .857 |

#### ANOVA

| Kadar Air      |                |    |             |        |      |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
| Between Groups | 108.110        | 5  | 21.622      | 18.588 | .000 |
| Within Groups  | 20.937         | 18 | 1.163       |        |      |
| Total          | 129.048        | 23 |             |        |      |

#### Multiple Comparisons

Kadar Air  
Tukey HSD

| (I)<br>Perlakuan | (J)<br>Perlakuan | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig.  | 95% Confidence Interval |             |
|------------------|------------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
|                  |                  |                       |            |       | Lower Bound             | Upper Bound |
| A1               | A2               | 2.130500              | .762625    | .104  | -.29315                 | 4.55415     |
|                  | A3               | 4.283250*             | .762625    | .000  | 1.85960                 | 6.70690     |
|                  | A4               | 4.440500*             | .762625    | .000  | 2.01685                 | 6.86415     |
|                  | A5               | 5.185975*             | .762625    | .000  | 2.76233                 | 7.60962     |
|                  | A6               | 6.492125*             | .762625    | .000  | 4.06848                 | 8.91577     |
| A2               | A1               | -2.130500             | .762625    | .104  | -4.55415                | .29315      |
|                  | A3               | 2.152750              | .762625    | .099  | -.27090                 | 4.57640     |
|                  | A4               | 2.310000              | .762625    | .067  | -.11365                 | 4.73365     |
|                  | A5               | 3.055475*             | .762625    | .009  | .63183                  | 5.47912     |
|                  | A6               | 4.361625*             | .762625    | .000  | 1.93798                 | 6.78527     |
| A3               | A1               | -4.283250*            | .762625    | .000  | -6.70690                | -1.85960    |
|                  | A2               | -2.152750             | .762625    | .099  | -4.57640                | .27090      |
|                  | A4               | .157250               | .762625    | 1.000 | -2.26640                | 2.58090     |

|    |    |            |         |       |          |          |
|----|----|------------|---------|-------|----------|----------|
|    | A5 | .902725    | .762625 | .839  | -1.52092 | 3.32637  |
|    | A6 | 2.208875   | .762625 | .086  | -.21477  | 4.63252  |
| A4 | A1 | -4.440500* | .762625 | .000  | -6.86415 | -2.01685 |
|    | A2 | -2.310000  | .762625 | .067  | -4.73365 | .11365   |
|    | A3 | -.157250   | .762625 | 1.000 | -2.58090 | 2.26640  |
|    | A5 | .745475    | .762625 | .919  | -1.67817 | 3.16912  |
|    | A6 | 2.051625   | .762625 | .126  | -.37202  | 4.47527  |
| A5 | A1 | -5.185975* | .762625 | .000  | -7.60962 | -2.76233 |
|    | A2 | -3.055475* | .762625 | .009  | -5.47912 | -.63183  |
|    | A3 | -.902725   | .762625 | .839  | -3.32637 | 1.52092  |
|    | A4 | -.745475   | .762625 | .919  | -3.16912 | 1.67817  |
|    | A6 | 1.306150   | .762625 | .541  | -1.11750 | 3.72980  |
| A6 | A1 | -6.492125* | .762625 | .000  | -8.91577 | -4.06848 |
|    | A2 | -4.361625* | .762625 | .000  | -6.78527 | -1.93798 |
|    | A3 | -2.208875  | .762625 | .086  | -4.63252 | .21477   |
|    | A4 | -2.051625  | .762625 | .126  | -4.47527 | .37202   |
|    | A5 | -1.306150  | .762625 | .541  | -3.72980 | 1.11750  |

### Kadar Air

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |
|-----------|---|-------------------------|---------|---------|
|           |   | 1                       | 2       | 3       |
| A6        | 4 | 16.0446                 |         |         |
| A5        | 4 | 17.3508                 |         |         |
| A4        | 4 | 18.0962                 | 18.0962 |         |
| A3        | 4 | 18.2535                 | 18.2535 |         |
| A2        | 4 |                         | 20.4061 | 20.4061 |
| A1        | 4 |                         |         | 22.5353 |
| Sig.      |   | .086                    | .067    | .104    |

### Lampiran 18. Perhitungan Kelarutan Penelitian Utama

#### Hasil Kelarutan (%)

| Sampel               | Ulangan Ke- |         |         |         | Rata-Rata |
|----------------------|-------------|---------|---------|---------|-----------|
|                      | 1           | 2       | 3       | 4       |           |
| Tepung ikan 0,5 gram | 61.3718     | 69.4510 | 67.8739 | 59.1811 | 64.4695   |
| Tepung ikan 1 gram   | 68.1322     | 64.3190 | 69.5487 | 70.7382 | 68.1845   |
| Tepung ikan 1,5 gram | 55.3433     | 60.2665 | 59.1112 | 59.2125 | 58.4834   |
| Tepung ikan 2 gram   | 57.7825     | 58.4239 | 55.3671 | 61.6552 | 58.3072   |
| Tepung ikan 2,5 gram | 56.5580     | 66.1743 | 65.3177 | 57.8047 | 61.4636   |
| Tepung ikan 3 gram   | 54.9349     | 62.4157 | 51.9655 | 52.7592 | 55.5188   |

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

#### Descriptives

| Perlakuan                                       |    |                                  | Statistic | Std. Error |
|-------------------------------------------------|----|----------------------------------|-----------|------------|
| Hasil Analisa Kelarutan dalam satuan persen (%) | A1 | Mean                             | 6.446945  | 2.4827438  |
|                                                 |    | 95% Confidence Interval for Mean |           |            |
|                                                 |    | Lower Bound                      | 5.656825  |            |
|                                                 |    | Upper Bound                      | 7.237065  |            |
|                                                 |    | 5% Trimmed Mean                  | 6.448649  |            |
|                                                 |    | Median                           | 6.462285  |            |
|                                                 |    | Variance                         | 24.656    |            |
|                                                 |    | Std. Deviation                   | 4.9654876 |            |
|                                                 |    | Minimum                          | 59.1811   |            |
|                                                 |    | Maximum                          | 69.4510   |            |
|                                                 |    | Range                            | 10.2699   |            |
|                                                 |    | Interquartile Range              | 9.3280    |            |
|                                                 |    | Skewness                         | -.079     | 1.014      |
|                                                 |    | Kurtosis                         | -4.593    | 2.619      |
|                                                 | A2 | Mean                             | 6.818453  | 1.3942516  |
|                                                 |    | 95% Confidence Interval for Mean |           |            |
|                                                 |    | Lower Bound                      | 6.374739  |            |
|                                                 |    | Upper Bound                      | 7.262166  |            |
|                                                 |    | 5% Trimmed Mean                  | 6.825741  |            |
|                                                 |    | Median                           | 6.884045  |            |
|                                                 |    | Variance                         | 7.776     |            |
|                                                 |    | Std. Deviation                   | 2.7885032 |            |
|                                                 |    | Minimum                          | 64.3190   |            |
|                                                 |    | Maximum                          | 70.7382   |            |
|                                                 |    | Range                            | 6.4192    |            |
|                                                 |    | Interquartile Range              | 5.1685    |            |

|    |                                  |             |            |           |
|----|----------------------------------|-------------|------------|-----------|
|    | Skewness                         |             | -1.186     | 1.014     |
|    | Kurtosis                         |             | 1.345      | 2.619     |
| A3 | Mean                             |             | 5.848337   | 1.0787876 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 5.505019   |           |
|    |                                  | Upper Bound | 6.191656   |           |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 5.855876   |           |
|    | Median                           |             | 5.916185   |           |
|    | Variance                         |             | 4.655      |           |
|    | Std. Deviation                   |             | 2.1575753  |           |
|    | Minimum                          |             | 55.3433    |           |
|    | Maximum                          |             | 60.2665    |           |
|    | Range                            |             | 4.9232     |           |
|    | Interquartile Range              |             | 3.7177     |           |
|    | Skewness                         |             | -1.637     | 1.014     |
|    | Kurtosis                         |             | 3.077      | 2.619     |
| A4 | Mean                             |             | 5.830718E1 | 1.2955765 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 5.418407   |           |
|    |                                  | Upper Bound | 6.243028   |           |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 5.828451   |           |
|    | Median                           |             | 5.81032    |           |
|    | Variance                         |             | 6.714      |           |
|    | Std. Deviation                   |             | 2.591153   |           |
|    | Minimum                          |             | 55.3671    |           |
|    | Maximum                          |             | 61.6552    |           |
|    | Range                            |             | 6.2881     |           |
|    | Interquartile Range              |             | 4.8764     |           |
|    | Skewness                         |             | .459       | 1.014     |
|    | Kurtosis                         |             | 1.322      | 2.619     |
| A5 | Mean                             |             | 6.146368   | 2.4916066 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 5.353427   |           |
|    |                                  | Upper Bound | 6.939308   |           |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 6.147451   |           |
|    | Median                           |             | 6.156120   |           |
|    | Variance                         |             | 24.832     |           |
|    | Std. Deviation                   |             | 4.9832132  |           |
|    | Minimum                          |             | 56.5580    |           |
|    | Maximum                          |             | 66.1743    |           |

|    |                                  |             |          |           |
|----|----------------------------------|-------------|----------|-----------|
|    | Range                            |             | 9.6163   |           |
|    | Interquartile Range              |             | 9.0905   |           |
|    | Skewness                         |             | -.028    | 1.014     |
|    | Kurtosis                         |             | -5.546   | 2.619     |
| A6 | Mean                             |             | 5.551882 | 2.3830915 |
|    | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 4.793476 |           |
|    |                                  | Upper Bound | 6.310289 |           |
|    | 5% Trimmed Mean                  |             | 5.533307 |           |
|    | Median                           |             | 5.384705 |           |
|    | Variance                         |             | 22.717   |           |
|    | Std. Deviation                   |             | 4.766183 |           |
|    | Minimum                          |             | 51.9655  |           |
|    | Maximum                          |             | 62.4157  |           |
|    | Range                            |             | 10.4502  |           |
|    | Interquartile Range              |             | 8.3816   |           |
|    | Skewness                         |             | 1.613    | 1.014     |
|    | Kurtosis                         |             | 2.520    | 2.619     |

### Tests of Normality

| Perlakuan |    | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|-----------|----|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|           |    | Statistic                       | df | Sig. | Statistic    | df | Sig. |
| Kelarutan | A1 | .254                            | 4  | .    | .896         | 4  | .410 |
|           | A2 | .243                            | 4  | .    | .926         | 4  | .570 |
|           | A3 | .364                            | 4  | .    | .828         | 4  | .163 |
|           | A4 | .232                            | 4  | .    | .974         | 4  | .863 |
|           | A5 | .280                            | 4  | .    | .829         | 4  | .165 |
|           | A6 | .299                            | 4  | .    | .835         | 4  | .181 |

### Test of Homogeneity of Variances

Kelarutan

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 2.493            | 5   | 18  | .070 |

### ANOVA

| Kelarutan      |                |    |             |       |      |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
|                | Sum of Squares | Df | Mean Square | F     | Sig. |
| Between Groups | 429.868        | 5  | 85.974      | 5.647 | .003 |
| Within Groups  | 274.050        | 18 | 15.225      |       |      |
| Total          | 703.918        | 23 |             |       |      |

## Multiple Comparisons

Kelartutan  
Tukey HSD

| (I)<br>Perlakuan | (J)<br>Perlakuan | Mean Difference<br>(I-J) | Std. Error | Sig.  | 95% Confidence Interval |             |
|------------------|------------------|--------------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
|                  |                  |                          |            |       | Lower Bound             | Upper Bound |
| A1               | A2               | -3.7150750               | 2.759075   | .756  | -12.483512              | 5.053362    |
|                  | A3               | 5.9860750                | 2.759075   | .298  | -2.782362               | 14.754512   |
|                  | A4               | 6.1622750                | 2.759075   | .271  | -2.606162               | 14.930712   |
|                  | A5               | 3.0057750                | 2.759075   | .879  | -5.762662               | 11.774212   |
|                  | A6               | 8.9506250*               | 2.759075   | .044  | .182188                 | 17.719062   |
| A2               | A1               | 3.7150750                | 2.759075   | .756  | -5.053362               | 12.483512   |
|                  | A3               | 9.7011500*               | 2.759075   | .025  | .932713                 | 18.469587   |
|                  | A4               | 9.8773500*               | 2.759075   | .022  | 1.108913                | 18.645787   |
|                  | A5               | 6.7208500                | 2.759075   | .196  | -2.047587               | 15.489287   |
|                  | A6               | 12.6657000*              | 2.759075   | .003  | 3.897263                | 21.434137   |
| A3               | A1               | -5.9860750               | 2.759075   | .298  | -14.754512              | 2.782362    |
|                  | A2               | -9.7011500*              | 2.759075   | .025  | -18.469587              | -.932713    |
|                  | A4               | .1762000                 | 2.759075   | 1.000 | -8.592237               | 8.944637    |
|                  | A5               | -2.9803000               | 2.759075   | .883  | -11.748737              | 5.788137    |
|                  | A6               | 2.9645500                | 2.759075   | .885  | -5.803887               | 11.732987   |
| A4               | A1               | -6.1622750               | 2.759075   | .271  | -14.930712              | 2.606162    |
|                  | A2               | -9.8773500*              | 2.759075   | .022  | -18.645787              | -1.108913   |
|                  | A3               | -.1762000                | 2.759075   | 1.000 | -8.944637               | 8.592237    |
|                  | A5               | -3.1565000               | 2.759075   | .857  | -11.924937              | 5.611937    |
|                  | A6               | 2.7883500                | 2.759075   | .908  | -5.980087               | 11.556787   |
| A5               | A1               | -3.0057750               | 2.759075   | .879  | -11.774212              | 5.762662    |
|                  | A2               | -6.7208500               | 2.759075   | .196  | -15.489287              | 2.047587    |
|                  | A3               | 2.9803000                | 2.759075   | .883  | -5.788137               | 11.748737   |
|                  | A4               | 3.1565000                | 2.759075   | .857  | -5.611937               | 11.924937   |
|                  | A6               | 5.9448500                | 2.759075   | .305  | -2.823587               | 14.713287   |
| A6               | A1               | -8.9506250*              | 2.759075   | .044  | -17.719062              | -.182188    |
|                  | A2               | -12.6657000*             | 2.759075   | .003  | -21.434137              | -3.897263   |
|                  | A3               | -2.9645500               | 2.759075   | .885  | -11.732987              | 5.803887    |
|                  | A4               | -2.7883500               | 2.759075   | .908  | -11.556787              | 5.980087    |
|                  | A5               | -5.9448500               | 2.759075   | .305  | -14.713287              | 2.823587    |

# Kelarutan

Tukey HSD

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |
|-----------|---|-------------------------|---------|---------|
|           |   | 1                       | 2       | 3       |
| A6        | 4 | 55.5188                 |         |         |
| A4        | 4 | 58.3072                 | 58.3072 |         |
| A3        | 4 | 58.4834                 | 58.4834 |         |
| A5        | 4 | 61.4636                 | 61.4636 | 61.4636 |
| A1        | 4 |                         | 64.4695 | 64.4695 |
| A2        | 4 |                         |         | 68.1845 |
| Sig.      |   | .305                    | .271    | .196    |

