

**PENGARUH PENAMBAHAN SUKROSA TERHADAP NILAI
KUAT TARIK DAN ELONGASI FILM GELATIN KULIT
KAKI AYAM**

SKRIPSI

Oleh:
DYAH FATIMATUSSHOLICHAH
NIM. 13670006



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU-ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017**

**PENGARUH PENAMBAHAN SUKROSA TERHADAP NILAI
KUAT TARIK DAN ELONGASI FILM GELATIN KULIT
KAKI AYAM**

SKRIPSI

Oleh:
DYAH FATIMATUSSHOLICAH
NIM. 13670006

Diajukan Kepada:
Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)

JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU-ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017

**PENGARUH PENAMBAHAN SUKROSA TERHADAP NILAI KUAT TARIK
DAN ELONGASI FILM GELATIN KULIT KAKI AYAM**

SKRIPSI

Oleh:
DYAH FATIMATUSSHOLICHAH
NIM. 13670006

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal 28 November 2017

Pembimbing I



Dewi Sinta M., M.Sc.
NIDT. 19840116 20170101 2 125

Pembimbing II



Rahmi Annisa, M.Farm., Apt.
NIP. 19890416 20170101 2 123

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi**



Dr. Rohatul Muli'ah, M.Kes., Apt.
NIP. 19800203 200912 2003

**PENGARUH PENAMBAHAN SUKROSA TERHADAP NILAI KUAT TARIK
DAN ELONGASI FILM GELATIN KULIT KAKI AYAM**

SKRIPSI

Oleh:
DYAH FATIMATUSSHOLICHAH
NIM. 13670006

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)
Tanggal: 28 November 2017

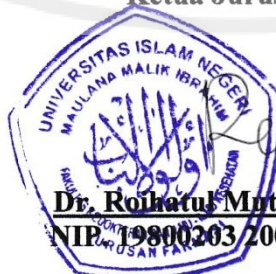
Ketua Penguji : Rahmi Annisa, M.Farm., Apt. (.....)
NIP. 19890416 20170101 2 123

Anggota Penguji : 1. Begum Fauziah, S.Si., M.Farm. (.....)
NIP. 19830628 200912 2004

2. Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm., Apt. (.....)
NIP. 19761214 200912 1 002

3. Dewi Sinta Megawati, M.Sc. (.....)
NIDT. 19840116 20170101 2 125

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Farmasi



Dr. Rohatul Mnti'ah, M.Kes., Apt.
NIP. 19800203 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dyah Fatimatussholichah
 NIM : 13670006
 Jurusan : Farmasi
 Fakultas : Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan
 Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Sukrosa Terhadap Kuat Tarik dan Elongasi Film Gelatin Kulit Kaki Ayam

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Desember 2017

Yang membuat pernyataan,



Dyah Fatimatussholichah
 NIM. 13670006

MOTTO

“Jangan pernah meremehkan dirimu, Tuhan memberikanmu hidup bukan karena kamu membutuhkannya, tetapi karena seseorang membutuhkanmu”

خير الناس أنفعهم للناس

“Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat untuk manusia lainnya”

“Berfikir, Berdzikir, Berhasil”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Penelitian tugas akhir untuk menyanggah gelar S.Farm ini, penulis dedikasikan untuk kedua orang tua dan keluarga serta sahabat-sahabat yang selalu memberikan dukungan moril maupun materiil, dan kepada guru-guru penulis yang telah dengan ikhlas memberikan ilmu, sehingga penulis dapat tetap tegak berjalan dalam menyusun naskah skripsi dan melakukan penelitian dengan ikhtiar yang semaksimal mungkin.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji dan syukur senantiasa terucap kepada Sang Khaliq, yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang Maha Kuasa di alam semesta. Ketika “kun” diucapkan, maka “fayakun” lah yang akan menjawab. Alhamdulillah, Allah telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan studi di Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang serta tugas akhir skripsi dengan penuh hikmah, barokah, dan ilmu yang bermanfaat, insya Allah. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan kita, Sang Rahmatan lil ‘alamin, Baginda Rasulullah Shallallahu ‘alaihi wasalam, yang telah memimpin pasukan umatnya agar senantiasa berada dalam cahaya ilahi untuk menggapai ridhoNya.

Seiring terselesainya penyusunan penelitian ini, dengan penuh kesungguhan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Abd. Haris, M.Ag., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Bapak Bambang Pardjianto, Sp. B., Sp.BP-RE (K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Ibu Dr. Roihatul Muti’ah, M.Kes., Apt., selaku Ketua Jurusan Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Bapak Abdul Wafi, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, nasehat serta dukungan moril maupun materiil sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
5. Ibu Dewi Sinta Megawati, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, nasehat serta dukungan moril maupun materiil sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
6. Ibu Rahmi Annisa, M.Farm., Apt selaku konsultan yang telah meluangkan waktu agar penulis dapat berkonsultasi terkait penelitian yang dilakukan.
7. Bapak Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm., Apt., selaku dosen pembimbing agama telah memberikan bimbingan, pengarahan, nasehat serta dukungan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
8. Ibu Begum Fauziyah, S.Si., M.Farm., selaku penguji utama yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan arahan serta nasehat kepada penulis.
9. Keluarga penulis yaitu Ayah Bashori dan Ibu Dwi Mariana yang selalu mendo’akan, membimbing, dan memberi dukungan dalam segala bentuk yang tak mungkin terbalaskan, mas Ahmad Septiyan Nugroho dan adik Neisyia Elok Amalia yang selalu memberikan do’a dan dukungan. Serta keluarga besar yang senantiasa menyisipkan do’a.
10. Para guru dan dosen penulis dari RA Muslimat Banjarsari, MI Al-Asy’ariyah, MIN Kauman Utara, MTsN Tambakberas Jombang, MAN Tambakberas Jombang, dan Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

yang telah mengajar dan membimbing serta membagikan ilmu Allah kepada penulis dengan ikhlas dan sabar.

11. Sahabat-sahabat Golfy (Gold Generation of Pharmacy) angkatan 2013 yang selalu mengisi hari-hari penulis dengan warna warni suka maupun duka, khususnya Rifa, Ain, Atik, Fitya, Atiza, Novenda, Zahra yang telah memberikan bantuan moril maupun materiil sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan ringan.
12. Sahabat-sahabatku yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini, Arifuzaky, Eni, Siska, Elvira, Nindi, Fildah, Fatikhatul, Warda, dan Ucik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada segala pihak yang membantu sehingga perjalanan penyusunan skripsi dari awal hingga akhir berjalan dengan lancar dan mengesankan. Penulis menyadari akan adanya kekurangan dan keterbatasan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 19 Desember 2017
Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kulit Kaki Ayam	8
2.2 Kolagen	9
2.3 Gelatin	12
2.4 Analisis <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	16
2.5 <i>Plasticizer</i>	20
2.6 Kuat Tarik dan Elongasi	21
2.7 Sifat Fisika dan Kimia Bahan	24
2.8 Halal, Haram, dan Syubhat	28

BAB III KERANGKA KONSEP	36
3.1 Bagan Kerangka Konseptual	36
3.2 Uraian Kerangka Konsep	37
3.3 Hipotesa.....	38
BAB IV METODE PENELITIAN	39
4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	39
4.2 Waktu dan Tempat penelitian.....	39
4.3 Variabel dan Definisi Operasional Variabel.....	39
4.4 Alat dan Bahan	41
4.5 Prosedur Penelitian	42
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	46
5.1 Ekstraksi Gelatin.....	46
5.2 Analisis Gugus Fungsi Gelatin Menggunakan FTIR	51
5.3 Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Film	57
BAB VI PENUTUP	62
6.1 Kesimpulan	62
6.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur kulit unggas.....	9
Gambar 2.2 Ekstraksi gelatin menggunakan pelarut asam dan basa	10
Gambar 2.3 Reaksi hidrolisis ikatan silang kovalen tropokolagen.....	10
Gambar 2.4 Reaksi pemutusan ikatan hidrogen tropokolagen.....	10
Gambar 2.5 Representatif struktur kimia gelatin terdiri dari asam amino Ala-Gly- Pro-Arg-Gy-Glu-4Hyp-Gly-Pro	12
Gambar 2.6 FTIR Agilent Cary 630	18
Gambar 2.7 Struktur amida primer, sekunder, dan tersier	18
Gambar 2.8 Struktur kimia sukrosa	25
Gambar 2.9 Struktur n-heksana	26
Gambar 2.10 Struktur kimia asam sitrat	27
Gambar 5.1 Mekanisme reaksi pembentukan natrium proteinat	49
Gambar 5.2 Mekanisme reaksi demineralisasi	49
Gambar 5.3 Gelatin hasil ekstraksi dari kulit kaki ayam	51
Gambar 5.4 Spektra FTIR gelatin kulit kaki ayam dan gelatin sapi komersial...	52
Gambar 5.5 Spektra FTIR gelatin kulit kaki ayam, sukrosa, dan film gelatin kulit kaki ayam dengan penambahan sukrosa 50%	53
Gambar 5.6 Film gelatin	58
Gambar 5.7 Diagram nilai kuat tarik film gelatin	59
Gambar 5.8 Diagram nilai persen elongasi film gelatin	59
Gambar 5.9 Film gelatin-sukrosa 50%	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman puncak serapan gelatin asam dan basa kulit kaki ayam dan gelatin bebek, gelatin sapi, dan babi	19
Tabel 5.1 Daerah serapan FTIR gelatin kulit kaki ayam, gelatin sapi komersial, dan film gelatin kulit kaki ayam dengan penambahan sukrosa 50% ..	53
Tabel 5.2 Daerah serapan FTIR gelatin kulit kaki ayam, sukrosa, dan film gelatin kulit kaki ayam dengan penambahan sukrosa 50%	54
Tabel 5.3 Daerah serapan FTIR sukrosa	54
Tabel 5.4 Data nilai kuat tarik dan elongasi film gelatin kulit kaki ayam	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan bahan.....	69
Lampiran 2 Skema kerja	70
Lampiran 3 Gambar proses penelitian	73
Lampiran 4 Data spektra FTIR.....	82
Lampiran 5 Data nilai kuat tarik dan elongasi film	83



ABSTRAK

Fatimatussholichah, Dyah. 2017. Pengaruh Penambahan Sukrosa Terhadap Nilai Kuat Tarik dan Elongasi Film Gelatin Kulit Kaki Ayam. Skripsi. Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Dewi Sinta Megawati, M.Sc.; Pembimbing II: Rahmi Annisa, M.Farm., Apt.; Pembimbing agama: Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm., Apt.

Pembimbing : (I) Dewi Sinta Megawati, M.Sc.
(II) Rahmi Annisa, M.Farm., Apt.

Gelatin merupakan suatu zat hasil dari denaturasi protein kolagen. Gelatin dapat diperoleh dari kulit maupun tulang hewan ternak seperti babi, sapi, bebek dan ayam. Akan tetapi, gelatin yang diperoleh dari babi haram dikonsumsi bagi muslim, sehingga diperlukan gelatin halal alternatif. Gelatin hasil ekstraksi dari kulit kaki ayam merupakan salah satu gelatin halal alternatif yang juga dapat menangani tingginya impor gelatin untuk sediaan farmasi di Indonesia. Kualitas gelatin dapat ditinjau dari kekuatan gelnya, semakin tinggi nilai kekuatan gelnya semakin baik kualitas gelatinnya. Salah satu bahan yang dapat ditambahkan pada gelatin untuk meningkatkan kekuatan gelnya adalah sukrosa. Selain itu, sukrosa merupakan salah satu *plasticizer* yang dapat memberikan atau meningkatkan sifat plastik suatu bahan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sukrosa terhadap sifat mekanis film gelatin dari kulit kaki ayam meliputi nilai kuat tarik dan elongasi.

Gelatin halal dari kulit kaki ayam diekstraksi menggunakan metode asam dengan pelarut asam sitrat 0,7% dan hidrolisis termal pada suhu 50°C selama 24 jam. Rendemen yang dihasilkan adalah 33,4%. Pembuatan film dilakukan dengan mencampurkan gelatin 6,67% dan sukrosa dengan varian konsentrasi 20%, 30%, 40%, dan 50%. Nilai kuat tarik dan elongasi masing-masing konsentrasi dibandingkan dengan nilai kuat tarik dan elongasi film gelatin tanpa penambahan sukrosa. Hasil menunjukkan adanya pengaruh terhadap nilai kuat tarik dan elongasi film pada masing-masing konsentrasi sukrosa. Nilai kuat tarik dan elongasi optimal terjadi pada konsentrasi gelatin dan sukrosa 30% dengan nilai kuat tarik 3,03 MPa dan nilai elongasi sebesar 152,02%.

Kata kunci : Gelatin, sukrosa, kuat tarik dan elongasi

ABSTRACT

Fatimatussholichah, Dyah. 2017. The Influence of Sucrose to The Value of Tensile Strength and Elongation Film on Gelatin Skin of Chicken Legs. Thesis. The Department of Pharmacy, The Faculty of Medicine and Health Sciences. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Dewi Sinta Megawati, M.Sc.; Supervisor II: Rahmi Annisa, M.Farm., Apt.; Supervisor of Religion: Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm., Apt.

Supervisor : (I) Dewi Sinta Megawati, M.Sc.
(II) Rahmi Annisa, M.Farm., Apt

Gelatin is a substance resulted from collagen protein denaturation. Gelatin can be gotten from animal skin or bones such as pig, cow, duck and chicken. However, pig's gelatin is forbidden to be consumed by Moslem, thus it is necessary to have alternative gelatin. Gelatin resulted from the extract of the skin of chicken legs meets this alternative and also can handle the high import of gelatin in the preparation of medicine in Indonesia. The quality of gelatin can be seen from its gel strength is sucrose. Besides, sucrose is one of the plasticizer can be given or improve the plastic character of a tool. Thus, this research is done to acknowledge the influence of sucrose to the mechanical character of film gelatin from the skin of chicken legs through tensile strength and elongation.

The halal gelatin from the skin of chicken's legs is extracted through acid method with citric acid solvent 0.7% and hydrolysis thermal in the degree 50°C for 24 hours. The result of rendement is 33.4%. The making of film is done through combining gelatin 6.67% and sucrose with variant concentration 20%, 30%, 40% and 50%. The value of tensile strength and elongation for each concentration as compared with the value of tensile strength and film gelatin elongation without the adding of sucrose. The result shows that there is influence to the tensile strength and elongation film in each sucrose concentration. The optimal value of tensile strength and elongation is found in the gelatin and sucrose concentration 30% with tensile strength 3,03 MPa and the value of elongation in the amount of 152,02%.

Key Words: Gelatin, sucrose, tensile strength and elongation.

ملخص

فاطمة الصالحة، دياہ. ۲۰۱۷ . تأثير إضافة السكروز إلى قيمة قوة الشد واستطالة فيلم الجيلاتين من أقدم الدجاج. رسالة. قسم الصيدلة كلية الطب والعلوم الصحية، جامعة مولانا مالك إبراهيم الحكومية الإسلامية مالانج. المشرفة الأولى : ديوي سينتا ميغاواتي، الماجستير والمشرف الثاني : رهي أنيسا، الماجستير والمشرف الدين : عبد الحكيم، الماجستير.

الجيلاتين هو مادة ناتجة عن إعادة التبسيط لمادة البروتين الكولاجين. ويمكن تحصيل الجيلاتين من الجلد أو عظام الحيوانات المرعية مثل الخنزير والبقر والبط والدجاج. ومع ذلك، يجب التنبيه بأن الجيلاتين التي تم الحصول عليها من الخنزير حرام بالنسبة للمسلمين. لذلك تظهر الحاجة إلى جيلاتين بديل غير ممنوع لهم. والجيلاتين المستخرج من جلد الساق للدجاج هي نموذج من نماذج الجيلاتين البديلة التي لا شك في حلالها، والتي يمكن أيضا تخبيرها لمواجهة استيراد الجيلاتين المرتفع في إندونيسيا حفاظا على خزانة الصيدلة المتوفرة في هذا البلد. لتحقيق جودة الجيلاتين فالنظر إلى قوة الهلام له. كلما تزداد قوة الهلام يعني ذلك ارتفاع الجيلاتين جودة. ومن المكونات التي تمكن إضافتها إلى الجيلاتين قصدا لزيادة قوة هلام هو السكروز. وبالإضافة إلى ذلك، إن السكروز هي مادة من المواد المدنة التي يمكن أن توفر أو تعزز الخصائص البلاستيكية للمادة. لذلك تم إجراء هذه الدراسة لتحديد تأثير السكروز على الخواص الميكانيكية لفيلم الجيلاتين المستخرج من جلد قدم الدجاج من جانب قيمة قوة الشد والاستطالة.

يتم استخراج الجيلاتين ذي الحلال من جلد الساق للدجاج باستخدام طريقة حمض مع ۰,۷٪ مذيحمض الستريك والتميم الحراري في درجة ۵۰ سيلسيوس لمدة ۲۴ ساعة. وبلغالحصول ۳۳,۴٪. وأما صناعة الفيلم فعن طريق خلط الجيلاتين ۶,۶۷٪ والسكروز مع النسب المتنوعة من ۲۰٪ و ۳۰٪ و ۴۰٪ و ۵۰٪. ويتم مقارنة قيمة قوة الشد واستطالة لكل من هذه النسب مع قيمة قوة الشد واستطالة فيلم الجيلاتين دون إضافة السكروز. وأظهرت النتائج وجود التأثير على قيمة قوة الشد واستطالة الفيلم عند كل نسبة السكروز. أعلى القيم من قوة الشد واستطالة وقع في نسبة الجيلاتين والسكروز ۳۰٪. وتصل قيمة قوة الشد لهذه النسبة إلى ۳,۰۳ ميغا فسكال، من حين تبلغ قيمة الإستطالة ۱۵۲,۰۲٪.

الكلمات الرئيسية: الجيلاتين، السكروز، قوة الشد واستطالة

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan gelatin di Indonesia tergolong cukup tinggi. Impor gelatin di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2015, impor gelatin kapsul untuk sediaan farmasi sebanyak 1.861.855 kg yang menghabiskan uang sekitar 24.903.753.761 rupiah dan pada tahun 2016 sebanyak 2.001.779 kg menghabiskan uang sekitar 26.775.345.717 rupiah yang berasal dari Jepang, Taiwan, Cina, Thailand, Vietnam, India, Banglades, Amerika, Perancis, dan Belgia (BPS, 2017). Gelatin merupakan hasil hidrolisis parsial kolagen yang dapat diperoleh dari kulit ataupun tulang hewan seperti babi, sapi, ayam, dan bebek (Miwada dkk, 2015; Puspawati dkk, 2014; Suryati dkk, 2015; Simpen dkk, 2016; dan Kuan *et al.*, 2016). Dalam *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, gelatin berfungsi sebagai agen pelapis/pembungkus, agen pembentuk *film*, agen pembentuk gel, agen pembentuk suspensi, agen pengikat pada tablet, dan agen peningkat viskositas. Berdasarkan fungsi-fungsi gelatin tersebut, gelatin dapat diaplikasikan pada pembuatan tablet, suspensi, dan kapsul (sebagai bahan baku pembuatan cangkang kapsul) (Allen L, 2009).

Gelatin impor yang beredar di Indonesia dapat diaplikasikan dalam produk makanan dan sediaan farmasi. Pada produk makanan yang mengandung gelatin impor di Indonesia dapat diketahui kehalalannya karena adanya label halal MUI, namun pada sediaan farmasi seperti kapsul tidak ditemukan label halal MUI dan

label “mengandung babi” pada kapsul yang terbuat dari gelatin babi. Hal ini menjadi suatu problematika di masyarakat muslim di Indonesia dalam mengkonsumsi obat, sehingga *halal product* kini menjadi salah satu *trend* produk yang beredar di masyarakat.

Allah berfirman dalam surat al-Baqarah ayat 173:

إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالدَّمَ وَخَلْمَ الْخَنزِيرِ وَمَا أُهْلَ بِهِ لِغَيْرِ اللَّهِ فَمَنْ اضْطُرَّ غَيْرَ بَاغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ
 إِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ رَحِيمٌ (١٧٣)

“*Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang (yang ketikan disembelih) disebut (nama) selain Allah. Tetapi barangsiapa dalam keadaan terpaksa (memakannya) sedang ia tidak menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, maka tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang (Al-Baqarah : 173).*”

Rasulullah SAW bersabda yang artinya “*sesungguhnya yang halal dan haram itu jelas, dan di antara keduanya ada perkara-perkara yang masih samar (syubhat), yang tidak diketahui oleh kebanyakan manusia. Maka, barangsiapa yang menjauhkan dirinya dari perkara syubhat, maka dia telah membersihkan diri untuk agama dan kehormatannya. Dan barangsiapa yang jatuh dalam perkara syubhat, maka dia telah jatuh dalam perkara haram, seperti seorang penggembala yang mengembala di sekitar tempat terlarang, lambat laun (mungkin sekali) gembalanya akan makan tanaman di dalamnya.*” (HR. Bukhori dan Muslim).

Kedua dalil tersebut dengan jelas menunjukkan bahwa seorang muslim diminta untuk menjauhi hal-hal yang dilarang agama (perkara yang haram) termasuk mengkonsumsi babi. Dalam kitab tafsir Jalalain disebutkan bahwa “daging babi” disebut secara khusus karena ia adalah sasaran utama untuk dimakan, dan bagian tubuh yang lain mengikutinya (artinya sama-sama diharamkan) (Al-Mahalli, 2010).

Salah satu binatang ternak yang banyak dijumpai di Indonesia adalah ayam. Konsumsi masyarakat terhadap ayam biasanya terbatas pada anggota badannya terutama daging, sedangkan bagian kepala dan kaki ayam (ceker) kurang dimanfaatkan dengan baik sehingga berpotensi sebagai limbah bagi peternak dan produsen daging ayam. Kaki ayam mengandung beberapa senyawa biokimia yang masih dapat dimanfaatkan, salah satunya yakni protein kolagen yang terdapat pada kulit kaki ayam. Kolagen tipe 1 dan 2 merupakan kolagen utama yang terdapat di kulit, tulang serta tulang rawan (Murray R, 2014). Protein kolagen yang dididihkan dalam air akan terdenaturasi dan menghasilkan gelatin (Lehninger, 1982).

Inovasi alternatif dalam menciptakan gelatin halal, murah dan berkualitas telah terdapat dalam beberapa penelitian salah satunya yakni gelatin dari ayam, baik kulit maupun tulangnya. Gelatin dari kulit ayam menunjukkan kualitas yang tidak jauh berbeda dengan gelatin komersial seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Sarbon, *et al.* (2013) bahwa profil viskositas dan stabilitas gelatin dari kulit ayam lebih bagus daripada gelatin dari sapi. Rafieian (2015) juga menyatakan bahwa gelatin yang diekstraksi dari *chicken deboner residue* (CDR)

mempunyai karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan gelatin komersial, bahkan nilai viskositas dan pembentukan busa/ *foam* gelatin CDR lebih tinggi daripada gelatin komersial.

Gelatin yang berkualitas, membutuhkan metode ekstraksi yang sesuai. Ekstraksi gelatin dari kaki ayam dapat dilakukan dengan menggunakan perendaman asam maupun basa. Sedangkan pemisahan gelatin dari kolagen dilakukan dengan cara pemanasan sehingga menimbulkan reaksi denaturasi protein kolagen. Proses perendaman menggunakan asam maupun basa biasa disebut proses *curing*. Proses *curing* asam sering dilakukan untuk ekstraksi gelatin kaki ayam seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Miwada dkk. (2013), Puspawati dkk. (2014), Suryati dkk. (2015), dan Simpen dkk (2016). *Curing* asam sering digunakan pada ekstraksi gelatin dari kulit. Hal ini dikarenakan dengan adanya donor H yang dapat mempercepat proses ekstraksi dibandingkan dengan perendaman basa yang menyebabkan pembentukan garam protein (Jaswir *et al*, 2011 dalam Alhana dkk, 2015).

Penelitian lanjutan telah dilakukan oleh Kuan, *et al*. (2016) mengenai efek penambahan gula terhadap kinetika gelasi pada gelatin yang terbuat dari kaki bebek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan gel menurun seiring bertambahnya konsentrasi gula pada konsentrasi rendah (0-20%), sedangkan meningkat pada penambahan konsentrasi gula sebanyak 40%. Gula atau poliol dapat menstabilkan gel yang berasal dari protein globular dan protein fibril. Jenis gula yang memberikan nilai yang lebih bagus pada penelitian ini adalah sukrosa.

Film merupakan lembaran tipis yang dapat dibentuk dari gelatin. Dalam pengembangannya di bidang farmasi, film sering digunakan untuk membuat cangkang kapsul. Terbentuknya film tersebut dipengaruhi oleh adanya *plasticizer* yang menjaga agar ikatan antar molekul kuat dan stabil pada saat fabrikasi dan penyimpanan. Semakin besar berat molekul *plasticizer* yang digunakan maka semakin besar pula daya kuat tarik suatu film (Wirawan, 2012). Oladzadabbasabadi *et al.* (2017) menyatakan bahwa berat molekul sedikit mempengaruhi sifat mekanik film. Daya kuat tarik dan elongasi suatu lapisan film menunjukkan sifat mekanik film tersebut. *Plasticizer* yang sering digunakan adalah sorbitol dan gliserol. Semakin banyak *plasticizer* yang ditambahkan akan menurunkan nilai kuat tarik dan menaikkan persen elongasi film (Wirawan dkk, 2012). Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Ningsih (2015) dalam pembuatan film campuran agar dan whey. Sifat mekanik suatu film yang berasal dari protein ditentukan oleh kemungkinan dari *cross-linked* ikatan disulfida (Musso, *et al.*, 2017).

Sukrosa berpotensi menjadi *plasticizer* seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Saberi *et al.* (2017) pada film *pea starch* dan *guar gum* serta Veiga-Santos *et al.* (2007) pada film pati singkong dan gelatin. Melihat potensi tersebut, peneliti akan melakukan penelitian terhadap uji kuat tarik dan elongasi film gelatin kulit kaki ayam menggunakan sukrosa sebagai *plasticizer*. Tujuan akhir penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan sukrosa terhadap nilai kuat tarik dan elongasi film kulit kaki ayam sehingga menghasilkan

gelatin dan film gelatin yang halal, murah, dan berkualitas dalam potensinya sebagai bahan baku cangkang kapsul.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penambahan sukrosa terhadap nilai kuat tarik dan elongasi film gelatin kaki ayam?
2. Berapa konsentrasi optimal sukrosa yang menunjukkan nilai kuat tarik dan elongasi yang bagus pada film gelatin kaki ayam?

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan sukrosa terhadap nilai kuat tarik dan elongasi film gelatin kaki ayam.
2. Untuk mengetahui konsentrasi optimal sukrosa yang dapat menghasilkan nilai kuat tarik dan elongasi yang bagus pada film gelatin kaki ayam.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Sebagai salah satu wadah keilmuan di bidang analisis kimia farmasi untuk seluruh civitas akademika khususnya mahasiswa Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim.

2. Pembaca dapat mengetahui potensi sukrosa sebagai alternatif *plasticizer*.
3. Pembaca dapat mengetahui pengaruh *plasticizer* sukrosa dalam film gelatin terhadap sifat mekaniknya.
4. Pembaca dapat mengetahui landasan hukum Islam dalam memilih produk yang halal.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini, meliputi:

1. Gelatin komersial adalah gelatin sapi.
2. Ekstraksi gelatin kaki ayam dilakukan pada kulit kaki ayam dengan menggunakan metode asam dan ekstraksi termal pada suhu 50°C selama 24 jam. Perolehan kaki ayam melalui pembelian di pasar.
3. Gelatin hasil ekstraksi dari kaki ayam dibandingkan dengan gelatin komersial pada uji FTIR.
4. Penambahan sukrosa dilakukan pada gelatin yang telah diekstraksi dari kaki ayam. Konsentrasi penambahan sukrosa pada gelatin tersebut yakni 0%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Pengambilan konsentrasi berdasarkan daya kembang gelatin terbaik pada penambahan sukrosa 40% (Kuan *et al.*, 2016)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

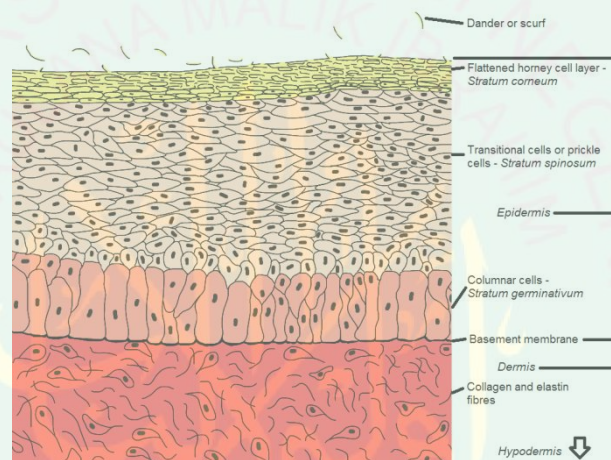
2.1 Kulit Kaki Ayam

Ayam merupakan salah satu hewan yang dikelompokkan dalam unggas. Kaki ayam atau ceker ayam adalah suatu bagian tubuh ayam yang kurang disukai, karena selain tidak berdaging juga bersisik. Ceker ayam mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi, ceker ayam sebagai hasil sampingan dari pemotongan ayam, nilai atau harganya nyaris lebih murah dibandingkan hasil samping lain seperti kepala, jerohan, dan leher.

Ceker adalah bagian dari tubuh ayam yang berhubungan langsung dengan benda-benda kotor. Meski demikian, tanpa *ceker* ayam tidak mungkin menjadi gemuk untuk diambil dagingnya. Sepasang *ceker* yang kurus dan tampak rapuh, ternyata mampu mendukung kokohnya badan ayam yang melebar ke samping, tidak lurus seperti manusia. Bukan hanya itu, sepasang *ceker* juga menjadi modal utama seekor ayam untuk bertahan hidup, berlari, dan bertarung (Purwatiwidiastuti, 2011 dalam Nasution, 2014).

Kulit melekat dengan jaringan subkutan di bagian dalamnya. Secara urut dari luar ke dalam, lapisan kulit terdiri dari stratum corneum, stratum granulosum, stratum basal, lapisan dermis atau coreum, dan hipodermis atau subkutan. Pada bagian dermis yang dekat dengan epidermis banyak mengandung unsur fibroelastis dan agak ke dalam mengandung berkas berkas serat kolagen. Sedangkan hipodermis merupakan kolagen yang longgar dan biasanya

mengandung jaringan lemak. Pada proses penyamakan protein yang diperlukan hanya protein dari serat kolagen yang diolah menjadi bulk, sedangkan yang lainnya seperti minyak, lemak, protein, dan lain-lainnya membuat permukaan kotor dan harus segera dibuang (Adriani L dkk, 2010). Kulit ayam menghasilkan lebih banyak jeratan kolagen serat/fibril dan bentuk gelnya mempunyai viskositas lebih tinggi dibandingkan dengan kolagen dari tulang (Oechsle *et al.*, 2016).

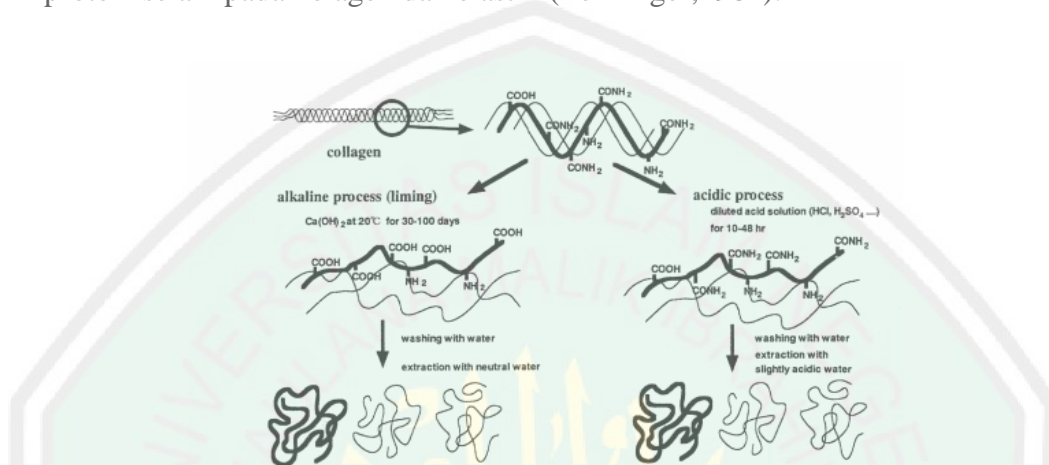


Gambar 2.1 Struktur kulit unggas

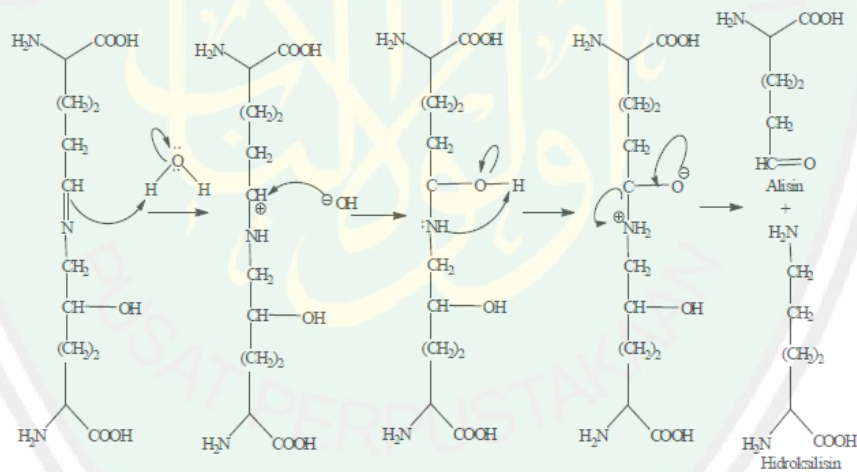
2.2 Kolagen

Kolagen merupakan klasifikasi umum dari protein yang kuat dan liat, yang membentuk tulang rawan, urat, kulit, dan jaringan tulang. Kolagen diklasifikasikan pada protein dengan kelas protein serat atau struktural (Fessenden dan Fessenden, 1986). Kolagen memperoleh kekuatan dari struktur lebih tinggi “super-spiral”, yakni tiga polipeptida α -spiral kanan terjalin dan membentuk suatu rantai spiral, ganda-tiga. Molekul terjalin itu secara kolektif disebut sebagai molekul *tropokolagen*. Spiral ganda-tiga tropokolagen, seperti halnya spiral tunggal, dipertautkan secara bersama-sama oleh ikatan hidrogen. Kolagen mengandung kira-kira 35% glisin dan kira-kira 11% alanin; persentasi asam

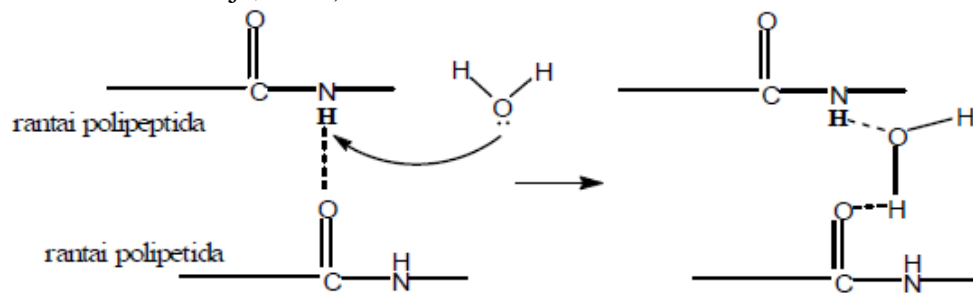
amino ini agak luar biasa tinggi. Yang lebih menonjol adalah kandungan prolin dan 4-hidroksiprolin yang tinggi, yaitu asam amino yang jarang ditemukan pada protein selain pada kolagen dan elastin (Lehninger, 1982).



Gambar 2.2 Ekstraksi gelatin menggunakan pelarut asam dan basa (Ikada, 2002 dalam Gorgieva dan Vanja, 2017)



Gambar 2.3 Reaksi hidrolisis ikatan silang kovalen tropokolagen (Martianingsih dan Atmaja, 2009)



Gambar 2.4 Reaksi pemutusan ikatan hidrogen tropokolagen (Martianingsih dan Atmaja, 2009)

Kolagen membentuk rangka ekstrasel bagi semua hewan metazoan dan terdapat hampir semua jaringan hewan. Kolagen mempunyai beberapa tipe yang berbeda yang dibentuk oleh lebih dari 30 rantai polipeptida berbeda (masing-masing dikode oleh gen terpisah). Berdasarkan struktur yang dibentuknya, kolagen tipe I, II, III, V, dan XI diklasifikasikan pada kolagen pembentuk fibril. Kolagen I dan II (pembentuk fibril) merupakan kolagen utama di kulit, tulang, dan tulang rawan (Murray, 2014).

Jika dididihkan di dalam air, kolagen akan mengalami transformasi, dari bentuk untaian, tidak larut dan tidak tercerna menjadi gelatin, yaitu campuran polipeptida yang larut yang merupakan dasar penganan gelatin. Perubahan ini melibatkan hidrolisis beberapa ikatan kovalen pada kolagen (Lehninger, 1982). Konversi hidrolitik kolagen untuk menghasilkan gelatin mempunyai berat molekul yang bervariasi, masing-masing adalah fragmen dari rantai kolagen dari yang dibelah. Oleh karena itu, gelatin bukanlah entitas kimia tunggal, tetapi campuran fraksi seluruhnya terdiri dari asam amino bergabung dengan ikatan peptida untuk membentuk polimer yang bervariasi dalam berat molekul dari 15.000 sampai 400.000 (GMIA, 2012). Gelatin bukan protein yang sama tipenya dengan kolagen. Bobot molekul gelatin sepertiga dari kolagen. Tampaknya dalam pembentukan gelatin, molekul *tropokolagen* terurai dan tiap helai membentuk ikatan hidrogen dengan air sehingga menghasilkan pembentukan gel yang khas (Fessenden dan Fessenden, 1982).

Ciri utama yang dikaitkan dengan polimer diperoleh dari sifat dan susunan kovalen satuan monomer. Pada protein, hal itu diacu sebagai struktur primer.

misalnya bila susu menjadi asam, perubahan pH yang disebabkan oleh pembentukan asam laktat akan menyebabkan penggumpalan susu (*curdling*), atau pengendapan protein yang semua larut. Faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan denaturasi antara lain detergen, radiasi, zat pengoksidasi atau pereduksi (yang dapat mengubah hubungan ikatan disulfida S-S), dan perubahan tipe pelarut (Fessenden dan Fessenden, 1982).

Gelatin dibagi menjadi 2 macam yakni gelatin tipe A dan gelatin tipe B berdasarkan pembasahan dari prekursoranya. Gelatin dapat berupa lembaran, serbuk atau butiran, tidak berwarna atau berwarna kekuningan pucat, tidak berbau dan berasa lemah. Kelarutan gelatin meliputi apabila direndam dalam air akan mengembang dan menjadi lunak, berangsur-angsur menyerap air 5 sampai 10 kali bobotnya, larut dalam air panas dan jika didinginkan akan terbentuk gudir, praktis tidak larut dalam etanol 95% P, dalam kloroform P dan dalam eter P, larut dalam campuran gliserol P dan air, jika dipanaskan lebih mudah larut, dan larut dalam asam asetat P (Depkes RI, 1979). Gelatin larut dalam larutan air dari polihidrit alkohol seperti gliserol dan propilen glikol. Contoh dari pelarut yang mempunyai kelarutan yang tinggi, ikatan hidrogen, dan pelarut organik yang dapat melarutkan gelatin yakni asam asetat, trifluoroetanol, dan formamid. Gelatin tidak larut dalam pelarut organik seperti benzene, aseton, alkohol primer, dan dimetil formamid (GMIA, 2012).

Gelatin disimpan dalam wadah kedap udara pada suhu kamar tetap, tidak berubah untuk jangka waktu yang lama. Ketika mengeringkan, gelatin dipanaskan pada suhu di atas 45 ° C di udara pada kelembaban relatif tinggi (di atas 60% RH)

secara bertahap, gelatin akan kehilangan kemampuannya untuk membengkak dan larut. Gelatin dapat diolah secara kimia untuk membawa perubahan yang signifikan dalam sifat fisik dan sifat kimianya. Perubahan ini merupakan hasil dari modifikasi struktural dan atau reaksi kimia (GMIA, 2012).

Pembentukan gel termoreversibel dalam air adalah salah satu sifat yang paling penting pada gelatin ini. Ketika kelarutan gelatin dengan konsentrasi lebih besar dari sekitar 0,5% didinginkan sampai sekitar 35-40°C, pertama, viskositas akan meningkat, dan kemudian membentuk gel. Kekakuan atau kekuatan gel tergantung pada konsentrasi gelatin, kekuatan intrinsik dari gelatin, pH, suhu, dan adanya aditif. Kekuatan intrinsik gelatin merupakan fungsi dari struktur dan massa molekul (GMIA,2012).

Langkah pertama dalam gelasi adalah pembentukan daerah perintah lokal disebabkan oleh kembalinya parsial acak (renaturasi) gelatin untuk kolagen heliks (lipatan kolagen). Selanjutnya, fibriller terus menerus membentuk jaringan tiga dimensi dari bentuk misel berumbai melalui seluruh sistem mungkin karena pembentukan ikatan non-spesifik antara segmen rantai yang lebih teratur. Hidrofobik, hidrogen, dan obligasi elektrostatik mungkin terlibat dalam *crossbonding* tersebut. Karena obligasi ini terganggu pada pemanasan, gel ini termoreversibel. Pembentukan *crossbonds* adalah bagian dari proses yang paling lambat, sehingga di bawah kondisi ideal kekuatan gel meningkat dengan waktu karena *crossbonds* yang terbentuk lebih. Efek total adalah peningkatan waktu tergantung massa molekul rata-rata dan dalam rangka. Kualitas gel membentuk gelatin adalah parameter kualitas fisik yang signifikan. Pengukuran parameter ini

sangat penting karena dapat digunakan sebagai indikasi dari jumlah gelatin yang dibutuhkan oleh aplikasi tertentu (GMIA, 2012).

Penggunaan gelatin dalam pembuatan berbagai bentuk sediaan farmasi kembali pada awal abad ke-19 dan mungkin sebelumnya. Akhir-akhir ini, bentuk sediaan umum diakui menggunakan gelatin kapsul keras dua potong, gelatin kapsul lembut elastis (*Soft gel*), tablet, tablet coating, granulasi, enkapsulasi dan mikro-enkapsulasi. Semua gelatin yang digunakan memenuhi persyaratan Farmakope Amerika saat ini dan formularium Nasional. Penggunaan gelatin dalam berbagai bentuk sediaan adalah sekitar 17% dari total konsumsi gelatin di seluruh dunia. Gelatin yang digunakan untuk kapsul dua cangkang keras mempunyai standar kekuatan gel antara 240-300 bloom, viskositas 44-55 milipoise (mp), dan pH 4,5-5,5. Sedangkan untuk kapsul lunak harus mempunyai kekuatan gel antara 150-200 bloom, viskositas 25-35 mp, dan pH 4,5-5,5. (GMIA, 2012). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3735-1995, gelatin yang baik mempunyai kadar abu maksimal 3,25% dan kadar air maksimal 16%. Menurut Standar Industri Indonesia (SII) gelatin kering dengan kadar air 8-12% mengandung protein sebanyak 84-86%. Lemak hampir tidak ada dan kandungan mineral berkisar antara 2-4% (Hastuti dan Sumpe, 2007).

Titik lebur/melting temperatur dari gel gelatin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi poli alkohol atau gula yang ditambahkan. mekanisme stabilisasi yang mungkin terjadi pada gel gelatin adalah oleh senyawa polihidrik dibandingkan dengan kolagen asli, dalam hal termodinamik dan interaksi protein-pelarut. Gel gelatin mengandung jaringan *cross-linking* dari rantai polipeptida

dengan zona melintang sama dengan tripel helix kolagen asli. Hasil penelitian Gekko *et al.* (1992) dengan jelas mengemukakan bahwa senyawa polihidrik mempunyai aktivitas potensial untuk meningkatkan stabilitas termal dari gel gelatin. Stabilisasi gula dalam struktur gel terjadi melalui ikatan hidrogen melibatkan air dan bentuk terner kompleks yang menstabilkan gel (Naftalin dan Symons, 1974 dalam Kuan *et al.*, 2016).

Hasil penelitian Kuan *et al.* (2016) menunjukkan bahwa sukrosa mempunyai efek yang lebih terlihat jelas dibandingkan dengan laktosa. Hal ini dimungkinkan karena jumlah gugus OH sukrosa yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah gugus OH laktosa. Dalam penelitian ini, proses gelasi oleh gelatin dipengaruhi oleh penambahan sukrosa pada kekuatan gel yang dihasilkan, dimana penambahan sukrosa sebanyak 40% ke dalam gelatin kaki bebek meningkatkan kekuatan gel gelatin, sedangkan penambahan sukrosa dari konsentrasi rendah 5%, 10%, dan 20% justru menurunkan kekuatan gel gelatin tersebut (Kuan *et al.*, 2016).

2.4 Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR)

Spektrofotometri inframerah sangat penting dalam kimia modern, terutama dalam daerah organik. Spektrofotometer ini biasa digunakan untuk mendeteksi gugus fungsional, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran (Day dan Underwood, 1999). Daerah radiasi spektroskopi infra merah berkisar pada bilangan gelombang $12800 - 10 \text{ cm}^{-1}$, atau panjang gelombang $0,78 - 1000 \mu\text{m}$. Daerah yang terbanyak digunakan untuk berbagai keperluan praktik adalah $4000 -$

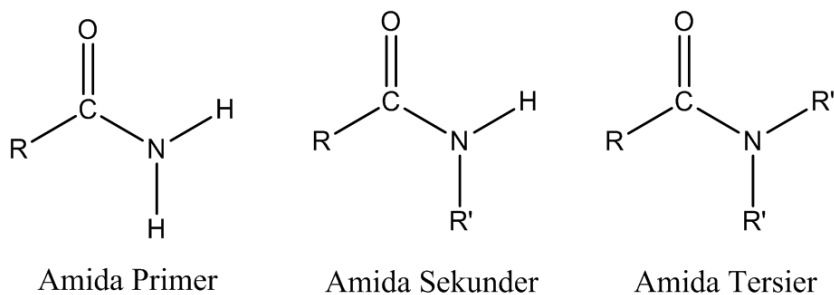
690 cm^{-1} . Menurut Mulja dan Suharman (1995), radiasi *Infrared* (IR) dibagi menjadi dua daerah yakni daerah gugus fungsi pada rentan 4000 – 1600 cm^{-1} dan daerah sidik jari pada rentan 1600 – 670 cm^{-1} . Spektrum absorpsi dibuat dengan bilangan gelombang pada sumbu X dan presentase transmittan (T) pada sumbu Y . Radiasi infra merah terbatas pada perubahan energi setingkat molekul. Untuk tingkat molekul, perbedaan dalam keadaan vibrasi dan rotasi digunakan untuk mengabsorpsi sinar IR. Jadi untuk dapat mengabsorpsi, molekul harus memiliki perubahan momen dipol sebagai akibat dari vibrasi (Khopkar, 1990).

Komponen dasar spektrofotometer IR antara lain sumber radiasi, sampel kompartemen, monokromator, detector, amplifier atau penguat, dan rekorder (Mulja dan Suharman, 1995). Sistem kerja FTIR yakni, pertama sinar IR dilewatkan melalui sampel dan larutan pembanding, kemudian dilewatkan pada monokromator untuk menghilangkan sinar yang tidak diinginkan. Berkas ini kemudian didispersikan melalui prisma atau *grating*. Dengan melewatkannya melalui slit, sinar tersebut dapat difokuskan pada detektor. Alat IR biasanya dapat merekam sendiri absorbansinya secara tepat. Kelembaban dan temperatur ruang harus dikontrol karena kelembaban akan berpengaruh pada permukaan prisma dan sel alkali halida, sedangkan temperatur berpengaruh pada ketepatan dan kalibrasi panjang gelombang (Khopkar, 1990).



Gambar 2.6. FTIR Agilent Cary 630

Analisis kualitatif menggunakan FTIR biasa menggunakan pendugaan gugus fungsi berdasarkan data spektrum yang muncul dan dibandingkan dengan librari atau buku paduan. Gugus fungsi yang menunjukkan adanya gelatin dalam FTIR antara lain O-H, C-H, C=O, N-H, dan C-H aromatis (Miwada dkk, 2015). Kurva puncak serapan khas gelatin dibagi menjadi 4 bagian, antara lain daerah serapan amida A pada $3600-2300\text{ cm}^{-1}$, amida I pada $1636-1661\text{ cm}^{-1}$, Amida II pada $1560-1335\text{ cm}^{-1}$, dan amida III pada $1300-1200\text{ cm}^{-1}$ (Muyongga, 2004 dalam Puspawati dkk, 2012). Amida merupakan suatu jenis senyawa kimia yang mempunyai gugus karbonil (C=O) yang berikatan dengan suatu atom nitrogen (N). berdasarkan posisi rantai cabang/ alkilnya, amida dibagi menjadi amida primer, sekunder, dan tersier.



Gambar 2.7 Struktur amida primer, sekunder, dan tersier

Tabel 2.1 Rangkuman puncak serapan gelatin asam dan basa kulit kaki ayam (Puspawati, dkk., 2012) dan gelatin kaki bebek (Kuan *et al.*, 2016), gelatin sapi dan babi (Al-Saidi dkk, 2012)

Daerah Serapan	Bilangan gelombang pada puncak serapan (cm ⁻¹)					Dugaan gugus fungsi
	Gelatin Asam	Gelatin Basa	Gelatin Bebek	Gelatin Babi	Gelatin Sapi	
Amida A	3749 3441	3433	3420	3441		NH bebas NH <i>stretching</i> dari gugus amida yang berasosiasi dengan ikatan hidrogen dan OH dari hidroksi prolin
	2924	2924			3437	CH ₂ <i>stretching</i> asimetris
	2854	2854				CH ₂ <i>stretching</i> asimetris
	2345	2337				
Amida I	1743		1649			C=O <i>stretching</i> /ikatan hidrogen yang bergandengan dengan COO-
	1635	1635		1654	1655	C=O <i>stretching</i> dengan kontribusi dari NH bending, dan CN <i>stretching</i>
Amida II			1544	1555	1549	NH <i>bend</i> yang berpasangan dengan CN <i>stretch</i>
	1485		1449			CH ₂ <i>bending</i> (<i>scissors</i>) <i>vibration</i>
		1404				Deformasi NH, CH ₂ bending
	1350		1335			CH ₂ <i>wagging</i> dari proline
						CH ₂ <i>wagging</i> dari prolin
Amida III		1242	1239			NH bending NH <i>bend</i> yang berpasangan dengan CN <i>stretch</i>

	1165	1157				C=O <i>stretching</i>
	1087	1111				
	985	1033				- CH ₂

Pada penelitian Hermanto dkk (2013) menyatakan bahwa terdapat sedikit perbedaan spectra FTIR yang dihasilkan oleh gelatin sapi dan gelatin babi yakni pada rentang daerah 2800-3000 cm⁻¹ yang mengindikasikan adanya CH *stretching* alifatik dan 1543 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya CNH *bending* dari ikatan peptida pada kedua sumber gelatin.

2.5 Plasticizer

Plasticizer adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. *Plasticizer* larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer (Paramawati, 2001).

Plasticizer didefinisikan sebagai bahan non volatil, bertitik didih tinggi jika ditambahkan pada material lain sehingga dapat merubah sifat material tersebut. Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan kekuatan intermolekuler dan meningkatkan fleksibilitas film dan menurunkan sifat *barrier* film. *Plasticizer* memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler, *plasticizer* ditambahkan pada pembuatan *edible film* untuk mengurangi kerapuhan, meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan film terutama jika disimpan pada suhu rendah (Teknopangan dan Agroindustri, 2008 dalam Harahap, 2009).

Menurut Yoshida *et al.* (2009) dalam Purwanti (2010), plastik *edible* yang terbentuk dari polimer murni mempunyai tingkat kerapuhan yang tinggi, sehingga *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitasnya. Penambahan sorbitol pada plastik kitosan sebagai *plasticizer* menurunkan kuat tarik film dan sebaliknya persentase elongasi menalami peningkatan (Purwanti, 2010).

2.6 Kuat Tarik dan Elongasi

Elastisitas merupakan sifat benda yang berdeformasi untuk sementara, tanpa perubahan yang permanen, yaitu sifat untuk melawan deformasi yang terjadi. Suatu benda dikatakan elastik sempurna jika setelah gaya penyebab perubahan bentuk dihilangkan benda akan kembali ke bentuk semula. meskipun benda yang mempunyai sifat elastik sempurna jarang ditemukan, namun banyak benda yang mendekati sifat elastik sempurna yaitu sampai deformasi yang terbatas disebut limit elastik. Biasanya benda – benda ini disebut bersifat plastik. Sebenarnya, perbedaan antara sifat elastik dan sifat plastik terletak pada tingkatan dalam besar atau kecilnya deformasi yang terjadi (Saroji G, 2002).

Gaya yang menyebabkan deformasi disebut beban. Ketika suatu benda berada dalam keadaan berdeformasi berarti benda dalam keadaan tegang (stress). Akibat beban tersebut, maka timbul gaya-gaya reaksi internal karena adanya pergeseran molekul-molekul benda yang cenderung untuk mengimbangi beban ini dan mengembalikan bentuk benda ke bentuk semula. Terjadinya deformasi dapat ditandai dengan adanya perubahan bentuk namun volum tetap. Stress dibagi menjadi 3 macam, yakni stress normal, stress geser, dan stress volum. Stress

normal dibagi menjadi dua yakni stress normal tekan dan tarik. Pada stress normal tekan, benda berada dalam keadaan kompresi. Sedangkan pada stress tarik, benda dalam keadaan tegang. Secara umum, rumus stress/tegangan adalah sebagai berikut.

$$S = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

dimana S merupakan stress/tegangan, F adalah gaya, dan A adalah luas permukaan (Saroji G, 2002).

Perubahan pada ukuran sebuah benda karena gaya-gaya atau kopel dalam kesetimbangan dibandingkan dengan ukuran semula disebut strain/regangan. Secara singkat, strain merupakan derajat deformasi. Strain dibagi menjadi 3 macam yakni strain linier, volum, dan geser. Strain linier merupakan perubahan panjang per panjang semula ($\frac{\Delta l}{l}$). Dimana Strain tarik bernilai lebih besar dari nol (> 0) (Saroji G, 2002).

Hubungan antara stress dan strain mengikuti hukum Hooke untuk elastisitas yang merupakan hukum dasar elastisitas, yakni dalam limit (batas) elastik suatu benda, stress berbanding lurus dengan strain, yaitu:

$$\text{Stress/strain} = k = \text{konstan} \text{ atau } \text{stress} = k \text{ strain},$$

dimana k disebut modulus elastisitas atau koefisien elastisitas (Saroji G, 2002).

Sifat mekanik suatu film menggambarkan kemampuan suatu untuk mempertahankan keutuhan dari film. Umumnya, pada pengujian mekanik ini dilakukan dengan menguji kuat tarik dan elongasi suatu film. Hasil pengukuran dipengaruhi oleh jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada film saat proses pembuatan (Purwanti A, 2010).

Kuat tarik atau kuat renggang putus (*tensile strength*) adalah tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus. Pengukuran *tensile strength* dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk meregang atau memanjang (Krochta dan Mulder-Johnston, 1997 dalam Hasdar dkk, 2011). Hasil pengukuran kuat tarik ini berhubungan dengan jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada saat proses pembuatan film. Sedangkan persentase pemanjangan atau elongasi merupakan representatif kuantitatif film untuk meregang, yaitu didefinisikan sebagai efek dari deformasi (Purwanti, 2010).

Nilai kuat tarik berbanding lurus dengan modulus young dan berbanding terbalik dengan elongasi. Laila (2008) dalam Wirawan (2012) menyatakan bahwa kuat tarik dan efisiensi *plasticizer* yang ditambahkan bergantung pada berat molekulnya. Nilai kuat tarik film akan meningkat ketika berat molekulnya lebih tinggi. Semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam film, ikatan antar rantai akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutus ikatan tersebut (Wahyuningtyas dan Atmaja, 2016).

Film dengan kekuatan tarik yang tinggi akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis dengan baik (Suryaningrum *et al.*, 2005 dalam Hasdar *et al.* 2011). Elongasi dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10% (Krochta dan De Muller-Johnson, 1997 dalam Hasdar dkk, 2011). Arvanitoyannis *et al.* (1997) dalam Hasdar dkk (2011) menyatakan bahwa besarnya kekuatan tarik ditentukan oleh

struktur jaringan yaitu bentuk anyaman dan kandungan protein dalam kolagen pada gelatin *edible film*.

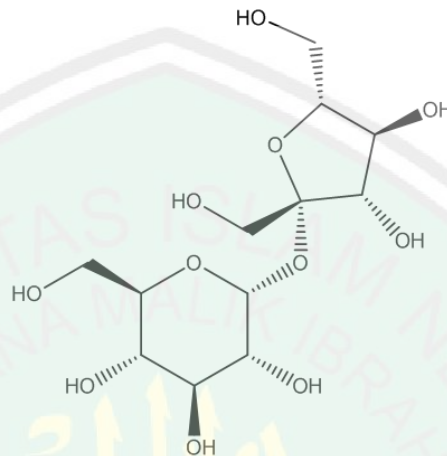
2.7 Sifat Fisika dan Kimia Bahan

2.7.1 Sukrosa

Sukrosa merupakan gula yang diperoleh dari *Saccharum officinarum* Linne (Familia Gramineae), Beta vulgaris Linne (Familia Chenopodiaceae) dan sumber-sumber lain serta tidak mengandung bahan tambahan. Sukrosa berbentuk hablur putih atau tidak berwarna, massa hablur atau berbentuk kubus, atau serbuk hablur putih. Sukrosa tidak berbau, berasa manis, dan stabil di udara serta larutannya netral terhadap lakmus (Depkes RI, 1995/FI IV). Sukrosa mempunyai berat molekul 342,3 g/mol, mempunyai titik lebur 186°C (366,8°F). Kelarutan sukrosa antara lain mudah larut dalam air, sedikit larut metanol, dan tidak larut dalam dietil eter (Sciencelab.com).

Sukrosa atau gula secara kimia termasuk dalam golongan karbohidrat, dengan rumus $C_{12}H_{22}O_{11}$. Rumus bangun dari sukrosa terdiri atas satu molekul glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang berikatan dengan satu molekul fruktosa ($C_6H_{12}O_6$). Kedua jenis gula sederhana ini juga terdapat dalam bentuk molekul bebas di dalam batang tanaman tebu, tetapi tidak di dalam umbi bibit gula. Rumus sukrosa tidak memperlihatkan adanya gugus formil atau karbonil bebas. Karena itu sukrosa tidak memperlihatkan sifat

mereduksi, misalnya dengan larutan Fehling. Campuran glukosa dan fruktosa disebut gula invert. (Fesseden dan Fessenden, 1982).



Gambar 2.8 Struktur kimia sukrosa

Menurut Gekko, Li, dan Makino dalam penelitian Kuan (2016) gula dan poliol diketahui menstabilkan gel yang didapatkan dari protein globular dan protein fibril/serat dengan menambah struktur ikatan hidrogen air dan menguatkan interaksi hidrofobik gel. Dalam proses gelasi oleh gelatin, penambahan sukrosa mempengaruhi kekuatan gel yang dihasilkan dimana penambahan sukrosa sebanyak 40% ke dalam gelatin dari kaki bebek meningkatkan kekuatan gel gelatin, sedangkan penambahan sukrosa dari konsentrasi rendah 5%, 10%, dan 20% justru menurunkan kekuatan gel gelatin (Kuan *et al.*, 2016).

2.7.2 N- heksana

Heksana merupakan fraksi dari minyak bumi. Heksana berupa cairan tidak berwarna, stabil, dan sangat mudah terbakar. Jarak didih heksana tidak kurang dari 95% tersuling antara 67°C dan 70°C. Bobot

heksana per ml sebesar 0,670 g sampai 0,677 g (Depkes RI, 1979). Heksana mempunyai rumus kimia C_6H_{14} , berat molekul 86,18 g/mol, titik didih $68^\circ C$ dan titik lebur $-95^\circ C$. Heksana larut dalam dietil eter, aseton, tidak larut dalam air dingin dan air panas (Sciencelab.com). N-heksan mempunyai volatilitas 100% (MEGS.ca).

Heksana merupakan sebuah senyawa hidrokarbon. Awalan heks- merujuk pada jumlah atom karbon yaitu enam dan akhiran -ana berasal dari alkana yang menunjukkan bahwa ikatan antar atom tersebut merupakan ikatan tunggal. N-heksan adalah salah satu jenis pelarut organik. Fungsi dari heksana adalah untuk mengekstraksi lemak atau melarutkan lemak, sehingga merubah warna kuning menjadi jernih (Mahmudi, 1997).



Gambar 2.9 Struktur kimia n-heksana

2.7.3 NaOH

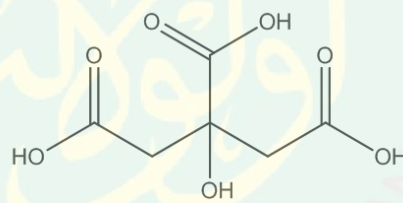
NaOH atau natrium hidroksida mengandung tidak kurang dari 97,5% alkali, jumlah dihitung sebagai NaOH dan tidak lebih dari 2,5% Na_2CO_3 . NaOH berbentuk batang, butiran, masa hablur atau keping, kering, keras, rapuh dan menunjukkan susunan hablur; putih, mudah meleleh basah, sangat alkalis dan korosif serta cepat menyerap karbondioksida. NaOH sangat mudah larut dalam air dan etanol (Depkes

RI, 1979). NaOH mempunyai berat molekul 40 g/mol, titik didih 1388°C dan titik lebur 323°C. Mudah larut dalam air dingin (Sciencelab.com).

2.7.4 Asam Sitrat

Asam sitrat berbentuk hablur tak berwarna atau serbuk putih, mempunyai rasa asam kuat, agak higroskopis dalam udara lembab. Identifikasi kelarutan asam sitrat larut dalam kurang dari 1 bagian air dan dalam 1,5 bagian etanol 95% dan sukar larut dalam eter (Depkes RI, 1979).

Asam sitrat mempunyai rumus kimia $C_6H_8O_7$. Berat molekul asam sitrat 192,13 g/mol. Asam sitrat larut dalam air dingin, air panas, dan dietil eter, namun asam sitrat tidak larut dalam benzen (sciencelab.com).



Gambar 2.10 Struktur kimia asam sitrat

2.7.5 H_2SO_4

H_2SO_4 atau asam sulfat merupakan mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan, antara lain pada pemrosesan bijih mineral, sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan penggilingan minyak. Asam sulfat murni yang tidak diencerkan tidak dapat ditemukan secara alami di bumi karena sifatnya higroskopis.

2.8 Halal, Haram, dan Syubhat

Islam merupakan agama yang memperhatikan kesehatan umatnya. Salah satu cara untuk menjaga kesehatan adalah dengan mengonsumsi makanan yang halal lagi baik dan menghindari makanan yang syubhat terutama makanan yang diharamkan. Rasulullah SAW bersabda yang artinya *“sesungguhnya yang halal dan haram itu jelas, dan di antara keduanya ada perkara-perkara yang masih samar (syubhat), yang tidak diketahui oleh kebanyakan manusia. Maka, barangsiapa yang menjauhkan dirinya dari perkara syubhat, maka dia telah membersihkan diri untuk agama dan kehormatannya. Dan barangsiapa yang jatuh dalam perkara syubhat, maka dia telah jatuh dalam perkara haram, seperti seorang penggembala yang menggembala di sekitar tempat terlarang, lambat laun (mungkin sekali) gembalanya akan makan tanaman di dalamnya.”* (HR. Bukhori dan Muslim).

Mahmud Ismail Sinni dan Haimur Hasan Yusuf dalam kitab *Mu'jam al-Thullab* menguraikan kata halal bersinonim dengan kata *jaza* yang berarti boleh atau mubah. Makna dasar tersebut secara eksplisit mengandung maksud hal-hal yang boleh dan dapat dilakukan karena bebas dari ketentuan-ketentuan yang melarangnya (Sinni dan Haumur, 1991). Majelis Ulama Indonesia (MUI) menetapkan bahwa produk halal adalah produk yang memenuhi syarat kehalalan sesuai dengan syari'at Islam, dengan rincian tidak mengandung bahan yang bersumber dari babi, bahan-bahan yang bersumber dari organ manusia, darah, kotoran, dan lain sebagainya. bahkan yang berasal dari hewan halal tetapi

disembelih tidak sesuai dengan tata cara syari'at agama Islam. Selain itu, juga semua makanan dan minuman yang tidak mengandung khamr (Qardhawi, 2000).

Allah berfirman dalam surat al-Baqarah ayat 172:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا كُلُوا مِن طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَاشْكُرُوا لِلَّهِ إِن كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ (١٧٢)

“Hai orang-orang yang beriman, makanlah diantara rizqi yang baik-baik yang Kami berikan kepadamu dan bersyukurlah kepada Allah, jika benar-benar hanya kepada Allah kamu menyembah (Al-Baqarah : 172).”

Allah berfirman dalam surat al-Maidah ayat 1:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا أَوْفُوا بِالْعُقُودِ أُحِلَّتْ لَكُم بَهِيمَةُ الْأَنْعَامِ إِلَّا مَا يُتْلَى عَلَيْكُمْ غَيْرِ مُحِلِّي الصَّيْدِ وَأَنْتُمْ حُرْمٌ إِنَّ اللَّهَ يَحْكُمُ مَا يُرِيدُ

“Hai orang-orang yang beriman, penuhilah akad-akad itu. Dihalalkan bagimu binatang ternak, kecuali yang akan dibacakan kepadamu. (Yang demikian itu) dengan tidak menghalalkan berburu ketika kamu sedang mengerjakan haji. Sesungguhnya Allah menetapkan hukum-hukum menurut yang dikehendaki-Nya (Al-Ma'idah: 1).”

Dalam kitab tafsir Adhwa'ul Bayan diterangkan bahwa tidak dijelaskan dalam ayat ini hewan apa yang dibacakan sebagai hewan yang dikecualikan daripada binatang-binatang ternak yang dihalalkan. Namun Allah SWT menerangkan dalam firman-Nya surat al-Ma'idah ayat 3 yang artinya *“Diharamkan bagimu memakan bangkai, darah, daging babi, (daging hewan) yang disembelih atas nama selain Allah, yang tercekik, yang terpukul, yang terjatuh, yang ditanduk, yang diterkam binatang buas, kecuali yang sempat kamu*

menyembelihnya, dan diharamkan bagimu yang disembelih untuk berhala”, maka semua yang disebut ayat ini meskipun ia termasuk binatang ternak adalah diharamkan dengan adanya pengecualian ini (As-Syanqithi, 2007).

Seorang muslim diminta untuk menjauhi hal-hal yang dilarang agama. Salah satu perkara yang dilarang agama yakni mengkonsumsi babi, baik dagingnya maupun produk hasil olahan tubuhnya. Allah berfirman dalam surat al-Baqarah ayat 173:

إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالدَّمَ وَحُلْمَ الْخِنْزِيرِ وَمَا أُهْلَ بِهِ لِغَيْرِ اللَّهِ فَمَنْ اضْطُرَّ غَيْرَ بَاغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ إِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ رَحِيمٌ (١٧٣)

“Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang (yang ketika disembelih) disebut (nama) selain Allah. Tetapi barangsiapa dalam keadaan terpaksa (memakannya) sedang ia tidak menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, maka tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang (Al-Baqarah : 173).”

Dalam kitab tafsir Jalalain disebutkan bahwa “daging babi” disebut secara khusus karena ia adalah sasaran utama untuk dimakan, dan bagian tubuh yang lain mengikutinya (artinya sama-sama diharamkan) (Al-Mahalli, 2010).

Adapun bangkai yang dimaksud dijelaskan dalam surat al-Maidah ayat 3. Namun, syari’at Islam mengecualikan belalang, ikan, dan binatang-binatang air lainnya dari kategori sebagai bangkai binatang yang diharamkan. Ketika ditanya mengenai air laut Rasulullah saw bersabda:

قال : هُوَ الطَّهُورُ مَاؤُهُ الْحَلَالُ مَيْتَتُهُ

Nabi saw menjawab: *Laut itu airnya suci dan bangkainya halal*". Allah berfirman dalam surat al-Ma'idah ayat 96:

أُحِلَّ لَكُمْ صَيْدُ الْبَحْرِ وَ طَعَامُهُ

"Dihalalkan bagimu binatang buruan laut dan makanan (yang berasal dari) laut"(Al-Ma'idah: 96).

Terdapat beberapa perbedaan pendapat imam madzhab mengenai kriteria bangkai ikan dan belalang. Belalang boleh dimakan, menurut pendapat syafi'I, meskipun sudah mati. Sedangkan menurut pendapat maliki, belalang yang mati sendiri tidak boleh dimakan. Menurut kesepakatan para imam madzhab, hewan laut seperti ikan adalah halal. Adapun hewan laut selain ikan, menurut pendapat Hanafi, adalah tidak boleh dimakan kecuali ikan dan sejenisnya. Maliki berpendapat boleh memakan ikan dan selainnya dari hewan laut, seperti kepiting, katak, anjing laut, dan babi laut, meskipun tetap makruh memakan daging babi laut. Hambali berpendapat semua binatang yang berada di dalam laut boleh dimakan, kecuali buaya, katak, dan *hawsaj*. Menurutnya, selain tiga binatang tadi, perlu disembelih terlebih dahulu, seperti babi laut, anjing laut dan ikan duyung. Para ulama pengikut syafi'I berbeda pendapat tentang binatang laut selain ikan. Sebagian dari mereka berpendapat bahwa semua binatang laut boleh dimakan. Inilah pendapat paling shohih menurut mereka. Diantara merekapun ada yang berpendapat bahwa tidak boleh dimakan kecuali sejenis ikan saja. Juga, sebagian lainnya berpendapat bahwa anjing laut, babi laut, ular laut, tikus air, lipan, dan segala binatang air yang

ada bandingannya di darat tidak boleh dimakan. Tetapi pendapat yang paling kuat, yang dijadikan pegangan para ulama syafi'i, adalah bahwa segala binatang laut adalah halal, kecuali buaya, katak, ular, kepiting, penyu, dan kura-kura (ad-Dimasyqi, 2016).

Dalam tafsir al-Aisar disebutkan Imam Muslim meriwayatkan sabda Nabi SAW, yang artinya *“wahai manusia, sesungguhnya Allah Ta'ala itu baik dan tidak menerima kecuali yang baik, Dia memerintahkan orang-orang yang beriman apa yang diperintahkannya kepada para rasul”* lalu beliau membaca surat al-Mukminum ayat 51 dan kemudian membaca surat al-Baqarah ayat 172.

Dari hadits tersebut, dapat diketahui bahwa Sesungguhnya Allah menyediakan hal-hal yang baik untuk kelangsungan hidup hambanya, sehingga dalam kitab suci penuntun jalan hidup, diterangkan hal-hal yang jelas tidak baik untuk hambanya, salah satunya diterangkan dalam surat al-Baqarah ayat 173 dan al-Maidah ayat 3.

Dalam sebuah hadits, dari Abu Abdillah an-Nu'man bin Basyir r.a., ia berkata, “Aku mendengar Rasulullah saw bersabda, ‘Sesungguhnya yang halal itu jelas dan yang haram itu juga jelas, dan diantara keduanya terdapat perkara-perkara yang tidak jelas (syubhat), yang tidak diketahui oleh banyak orang. Barangsiapa yang meninggalkan perkara-perkara syubhat, dia telah mencari kebebasan untuk agamanya (dari kekurangan) dan kehormatan dirinya (dari aib dan cela), dan barangsiapa yang terjatuh dalam perkara-perkara syubhat, dia telah terjatuh dalam perbuatan haram, bagaikan seorang gemabal yang menggembala (ternaknya) di sekitar daerah terlarang yang hampir saja dia terjerumus kedalamnya. Ketahuilah, bahwa sesungguhnya setiap raja memiliki daerah

terlarang, dan ketahuilah bahwa sesungguhnya daerah terlarang Allah adalah perkara-perkara yang diharamkanNya. Ingatlah, bahwa di dalam tubuh terdapat segumpal daging; jika baik, maka seluruh tubuh menjadi baik dan jika rusak, maka seluruh tubuh menjadi rusak pula, yaitu hati.’” (HR. Bukhari Muslim).

Menurut Imam Nawawi pada sabda Rasulullah saw *وَمَنْ وَقَعَ فِي الشُّبُهَاتِ وَقَعَ فِي الْحَرَامِ* (siapa yang jatuh dalam syubhat, maka ia jatuh dalam keharaman) mengandung dua makna, yakni pertama, ia jatuh dalam keharaman, sedangkan ia menyangka bahwa itu bukan sesuatu yang haram. Kedua, dapat juga bermakna bahwa ia sudah hampir jatuh dalam keharaman (Al-Huwaithi S, 2012).

Menurut sebagian ulama, *mutasyabihat* (atau syubhat) itu ada tiga macam, antara lain (Al-Huwaithi S, 2012):

1. Apa yang diketahui manusia bahwa itu haram, kemudian ia ragu mengenainya: apa sudah hilang pengharamannya atau tidak?
2. Apabila sesuatu itu halal lalu ia ragu mengenai pengharamannya
3. Seseorang ragu mengenai sesuatu. Ia tidak tahu apakah halal atau haram dan mengandung dua kemungkinan tersebut serta tidak ada petunjuk atas salah satu dari keduanya. Yang terbaik adalah menjauhinya.

عَنْ أَبِي مُحَمَّدٍ الْحَسَنِ بْنِ عَلِيٍّ بْنِ أَبِي طَالِبٍ - سِبْطِ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ وَرِجَالَتِهِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا - قَالَ

: خَفِظْتُ مِنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : دَعْ مَا يَرْتَابُكَ إِلَىٰ مَا لَا يَرْتَابُكَ.

Dari Abu Muhammad al-Hasan bin Ali bin Abi Thalib, cucu Rasulullah saw dan kesayangannya r.a., ia mengatakan, “Aku hafal dari Rasulullah saw, ‘Tinggalkan apa yang meragukanmu kepada apa yang tidak meragukanmu’.”

(HR. at-Tirmidzi dan an-Nasa'I, serta at-Tirmidzi menilai hadits hasan shahih).

Menurut Imam an-Nawawi, pada lafadz *دَعْ مَا يَرْتَبِكُ* (*Tinggalkan apa yang meragukanmu*) berisikan dalil bahwa orang yang bertaqwa itu semestinya tidak makan harta yang terdapat syubhat di dalamnya, sebagaimana apa yang diharamkan padanya. Sedangkan pada lafadz *إِلَى مَا لَا يَرْتَبِكُ* (*kepada apa yang tidak meragukanmu*) yakni, berpalinglah pada apa yang tidak meragukan berupa makanan yang menentramkan hati dan menenangkan jiwa (Al-Huwaithi S, 2012). Syaikh Ibnu Utsmamin berkata, “Sesuatu yang meragukanmu dan kamu ragu didalamnya, baik itu perkara dunia maupun akhirat, maka sebaiknya kamu meninggalkannya hingga tidak ada suatu kegelisahan dan kebimbangan dalam dirimu pada apa yang kamu kerjakan” (Al-Huwaithi S, 2012). “Sesungguhnya Allah itu baik dan tidak menerima kecuali yang baik pula.”

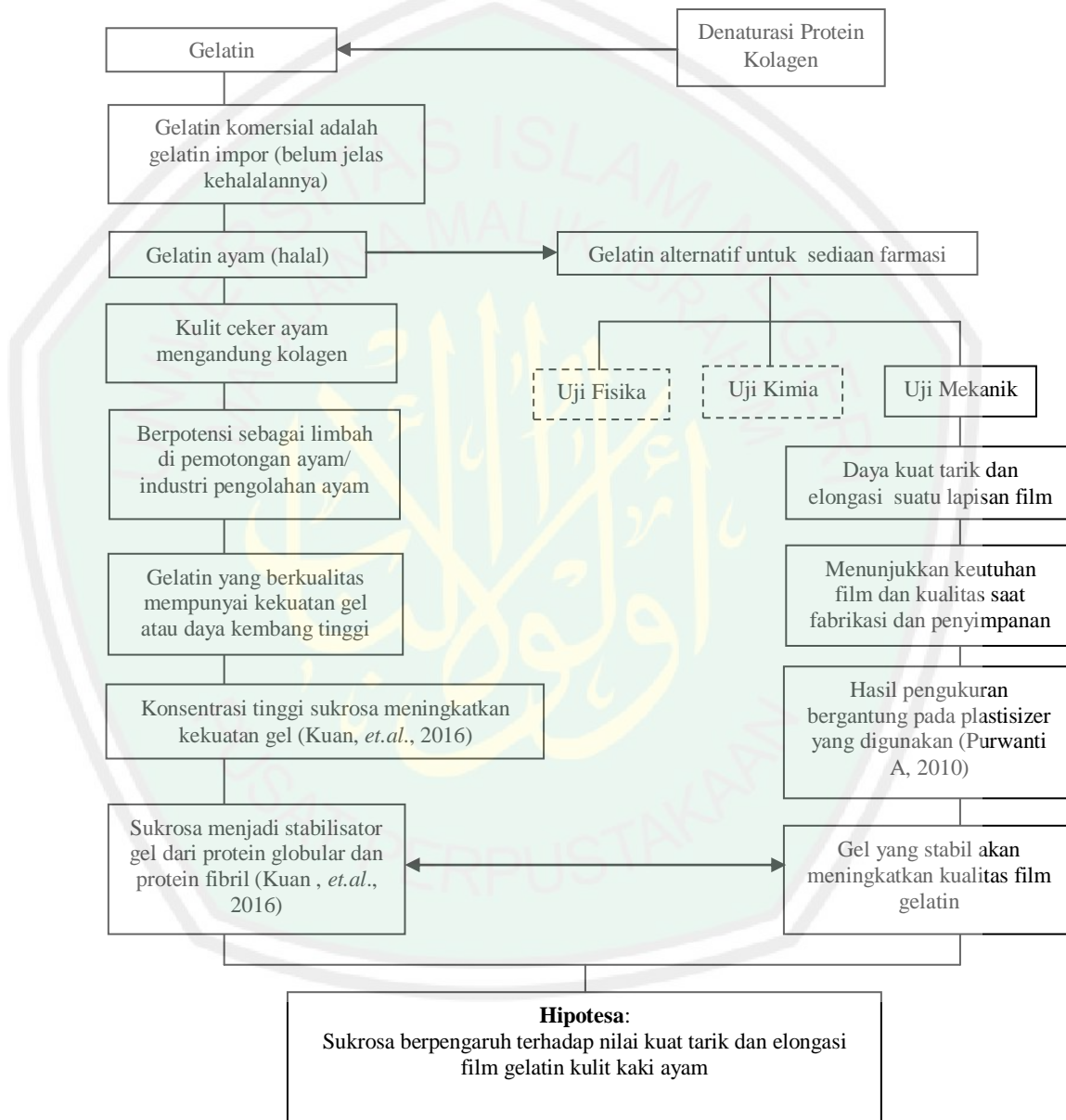
Allah berfirman dalam surat al-Mu'minun ayat 51 yang artinya “*Hai Rasul-rasul, makanlah dari makanan yang baik-baik, dan kerjakanlah amal yang sholeh*”. Maka, Allah memerintahkan kepada para rasul dan perintahNya kepada orang-orang yang beriman adalah satu, yaitu agar mereka makan dari yang baik-baik. adapun yang nista, maka diharamkan atas mereka, berdasarkan firmanNya ketika menyifati Rasulullah saw, dalam surat al-A'raf ayat 157, “*dan menghalalkan bagi mereka segala yang baik dan mengharamkan bagi mereka segala yang buruk*”. Kemudian Rasulullah saw.

menyebutkan seseorang yang mengkonsumsi makanan haram, bahwa doanya sangat jauh untuk dikabulkan, sekalipun terdapat darinya sebab-sebab terkabulnya doa (Sa'ad S, 2010).



BAB III
KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Bagan Kerangka Konseptual



3.2 Uraian Kerangka Konseptual

Gelatin merupakan salah satu bahan yang sering digunakan di industri farmasi terkait kegunaannya sebagai bahan baku cangkang kapsul, *coating agent*, *suspending agent*, pengikat tablet dan bahan peningkat viskositas (Allen, 2009). Gelatin dihasilkan pada proses denaturasi protein kolagen (Fessenden dan Fessenden, 1982). Protein kolagen dapat ditemukan dalam kulit hewan, salah satunya pada kaki (ceker) ayam. Ceker ayam di pasaran jarang diolah sebagai lauk pauk. Hal ini menyebabkan ceker ayam berpotensi sebagai limbah pada industri pemotongan ayam.

Gelatin yang diproduksi diluar negeri belum diketahui dengan jelas kehalalannya dan berkemungkinan besar berasal dari babi. Dewasa ini, halal produk menjadi salah satu pilihan masyarakat. Selain itu, hal ini juga menjadi sebuah kegelisahan masyarakat muslim di Indonesia terutama pada obat-obatan.

Sebagai suatu gelatin alternatif, perlu dilakukan uji secara fisika, kimia, dan mekanik. Secara umum, gelatin yang berkualitas adalah gelatin yang mempunyai kekuatan gel yang tinggi. Pada penelitian Kuan *et al.* (2016) konsentrasi sukrosa yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan gel pada saat gelasi gelatin bebek. Sebelum dilakukan fabrikasi terutama pada pembuatan cangkang kapsul, gelatin harus dibuat menjadi lembaran film. Lembaran film yang bagus biasa diuji dengan uji kuat tarik dan elongasi film. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keutuhan film dan kualitasnya pada saat fabrikasi dan penyimpanan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tarik sebuah film adalah adanya *plasticizer*. *Plasticizer* yang digunakan pada penelitian ini adalah sukrosa.

Sukrosa dapat menstabilkan gel yang berasal dari protein globular dan protein fibril (Kuan *et. al.*, 2016). Gel yang stabil menunjukkan kekuatan ikatan antar molekul juga stabil. Dengan demikian, dapat ditarik hipotesa bahwa dengan adanya penambahan sukrosa dapat mempengaruhi nilai kuat tarik dan persen elongasi film gelatin kulit kaki ayam.

3.3 Hipotesa

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diambil hipotesa bahwa penambahan sukrosa pada film gelatin dapat mempengaruhi nilai kuat tarik dan elongasi film gelatin kulit kaki ayam.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental yaitu menguji pengaruh penambahan sukrosa terhadap nilai kuat tarik dan elongasi film gelatin kaki ayam. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 macam konsentrasi perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali.

4.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2017 – Agustus 2017 di Laboratorium Kimia Dasar dan Instrumen Farmasi Jurusan Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Laboratorium Kimia Jurusan Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, dan Laboratorium Kimia FMIPA ITS Surabaya.

4.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

4.3.1 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : Variasi konsentrasi sukrosa
2. Variabel tergantung : Kekuatan tarik dan elongasi
3. Variabel Pendukung : Proses ekstraksi gelatin

4.3.2 Definisi Operasional

1. Variasi konsentrasi sukrosa

Sukrosa ditambahkan pada saat pembuatan film gelatin melalui cara pencampuran langsung dengan 5 variasi konsentrasi, yakni 0%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.

2. Kekuatan tarik

Pengujian terhadap kekuatan tarik film gelatin kulit kaki ayam dengan penambahan sukrosa menggunakan instrument *universal tensile strength*. Nilai kuat tarik menunjukkan seberapa kuat film untuk dapat ditarik dan dinyatakan dalam satuan megapascal (MPa). Film yang bagus adalah yang mempunyai nilai kuat tarik sama atau tidak jauh berbeda dengan standar (kontrol).

3. Elongasi (*Elongation break*)

Pengujian terhadap elongasi (*elongation break*) film gelatin kulit kaki ayam dengan penambahan sukrosa menggunakan instrument *universal tensile strength*. Nilai elongasi menunjukkan seberapa persen suatu film dapat memanjang ketika ditarik. Nilai elongasi dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10% (Krochta dan De Muller-Johnson, 1997 dalam Hasdar dkk, 2011).

4. Proses ekstraksi gelatin

Gelatin diekstraksi dari kulit kaki ayam broiler dengan menggunakan metode asam menggunakan asam sitrat 0,7% dan suhu ekstraksi termal 50°C selama 24 jam.

5. Optimal

Konsentrasi sukrosa optimal adalah konsentrasi penambahan sukrosa yang menghasilkan nilai kuat tarik yang tidak jauh berbeda dengan kontrol (konsentrasi penambahan sukrosa 0%) dan memberikan nilai persen elongasi yang cukup bagus.

4.4 Alat dan Bahan

4.4.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain neraca analitik, gelas arloji, spatula, batang pengaduk, beaker glass iwaki 100 ml, beaker glass duran 1000 ml, labu ukur iwaki 25 ml, labu ukur herma 500 ml, bola hisap, pipet ukur pyrex 2 ml, pipet tetes, botol semprot, seperangkat alat soklet, oven, lemari pendingin/*freezer*, *freeze dryer*, corong gelas herma 75 mm, kertas saring, gelas ukur herma 100 ml, termometer, *waterbath*, pH meter, FTIR agilent cary 630, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *silicon paper*, *universal tensile strength*, cawan porselen, dan desikator.

4.4.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain kulit kaki ayam, gelatin sapi komersial, asam sitrat merck 0,7%, NaOH merck 0,15%, n-heksan, H₂SO₄ merck 0,15%, sukrosa merck, aquades, dan silika gel (pengawet).

4.5 Prosedur Penelitian

4.5.1 Ekstraksi Gelatin dari Kaki Ayam

Ekstraksi gelatin dari kulit kaki ayam mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Puspawati dkk (2014 dan 2016) dengan modifikasi. Pertama, kulit kaki ayam dikuliti dan dibersihkan. Kemudian dipotong kecil-kecil. Setelah itu dikeringkan dengan *freeze dryer* dan diblender sehingga menjadi serbuk kulit ayam. Kemudian ekstraksi lemak dilakukan untuk menghilangkan kadar lemak dalam kulit menggunakan metode sokletasi dengan pelarut n-heksana selama 2-3 kali sirkulasi (sampai pelarut pada sifon tidak berwarna). Kemudian residu dioven pada suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$ selama 1-2 jam untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut. Setelah itu residu direndam dalam NaOH 0,15% dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 40 menit. Kemudian dilakukan penggantian pelarut sebanyak 2 kali. Setelah itu, dicuci sampai pH netral. Proses selanjutnya yakni demineralisasi menggunakan H_2SO_4 0,15%. Residu direndam dalam H_2SO_4 0,15% dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 40 menit. Kemudian dilakukan penggantian pelarut sebanyak 2 kali. Setelah itu, dicuci sampai pH netral. Hasil demineralisasi kemudian direndam dengan asam sitrat 0,7%. Proses perendaman dilakukan sebanyak 2 x 40 menit dengan pergantian pelarut baru. Setelah itu dilakukan pencucian dengan aquades sampai pH 4-5 (Puspawati dkk, 2014 dan 2016).

Setelah proses ekstraksi pelarut, dilakukan ekstraksi menggunakan pemanasan. Residu hasil perendaman kemudian diletakkan di dalam beaker glass dan ditambahkan aquades dengan perbandingan 1:1. Hidrolisis termal dilakukan pada suhu 50°C selama 24 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring. Setelah itu filtrat didinginkan dalam lemari pendingin sampai terbentuk gel. Setelah itu diletakkan di loyang yang telah dilapisi aluminium foil dan dioven sampai kering 60°C selama 48 jam. Setelah kering, disimpan di desikator (Puspawati dkk, 2014 dan 2016).

4.5.2 Uji Karakteristik Gelatin Menggunakan FTIR

Analisis FTIR digunakan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi khas gelatin. Hasil spektra gelatin kulit ayam akan dibandingkan dengan spektra gelatin sapi komersial. Gelatin kulit ayam kering yang dihasilkan dari proses ekstraksi kemudian diukur menggunakan FTIR Agilen Technology Cary 630. Spektra FTIR diatur pembacaan datanya pada daerah 4000-400 cm^{-1} untuk 32 kali pembacaan (scan). *Spectra background* dikumpulkan sebelum digunakan pada masing-masing pembacaan/scan (Kuan, *et al.*, 2016).

4.5.3 Preparasi dan Pembuatan Film

Preparasi dimulai dari pembuatan larutan gelatin dan sukrosa dengan variasi konsentrasi sukrosa 0%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Gelatin hasil ekstraksi dibagi menjadi 4 dan diberi label. Gelatin 1 (G1) sebagai kontrol negatif yakni dengan pemberian sukrosa 0% (tanpa sukrosa).

Gelatin 2 (G2) ditambahkan sukrosa 20%, gelatin 3 (G3) ditambahkan sukrosa 30%, gelatin 4 (G4) ditambahkan sukrosa 40%, dan gelatin 5 (G5) ditambahkan sukrosa 50%. Gelatin yang diberikan pada masing-masing campuran sebesar 6,67% (b/v) (Kuan, *et al.*, 2016). Setelah mencampurkan gelatin dengan sukrosa, larutan dibiarkan berdispersi selama 1 jam pada suhu kamar (~25°C). Kemudian dipanaskan di dalam *water bath* pada suhu 65°C selama 15 menit dengan pengadukan terus menerus sampai semua gelatin tepat larut dalam larutan (Kuan *et al.*, 2016).

Proses selanjutnya mengacu pada metode yang telah dilakukan oleh Miwada, dkk (2015). Larutan tersebut kemudian dituangkan di atas cetakan dan diratakan untuk membentuk lapisan yang tipis. Kemudian lapisan film tersebut di keringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 20-18 jam hingga terbentuk film. Setelah itu, dikeluarkan dari oven dan disesuaikan dengan suhu ruang selama 10 menit. Kemudian lapisan film dikelupas secara perlahan dan dipotong sesuai ukuran untuk uji kuat tarik dan elongasi.

4.5.4 Uji Kuat Tarik dan Elongasi Film

Uji kuat tarik dan elongasi film dilakukan pada film yang sudah terbentuk. Hasil cetakan dipotong-potong menjadi berukuran 3 cm x 13 cm dan diuji menggunakan alat uji *tensile strength*.

4.6 Analisis Data

Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan. Data dari ketiga pengulangan tersebut kemudian diambil rata-rata. Hasil rata-rata tersebut merupakan data yang digunakan pada penelitian ini.



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Ekstraksi Gelatin

5.1.1 Preparasi Kulit Kaki Ayam

Penelitian ini menggunakan kulit kaki ayam petelur sebagai sumber utama gelatin yang akan diekstraksi. Preparasi dimulai dari proses pengulitan kulit kaki ayam, kemudian kulit kaki ayam dicuci sampai bersih dengan air mengalir. Setelah itu kulit tersebut dipotong kecil-kecil untuk memperbesar luas permukaan kulit. Peningkatan luas permukaan akan menyebabkan kontak antar partikel lebih banyak terjadi, sehingga dapat mempercepat proses pengeringan dan memaksimalkan proses ekstraksi selanjutnya. Kemudian kulit ayam dikeringkan menggunakan *freeze dryer*. *Freeze dryer* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengeringkan bahan tanpa melalui proses pemanasan melainkan melalui sistem uap-beku, dimana bahan yang telah dibekukan diambil uapnya sehingga bahan akan mengering. Pengeringan menggunakan *freeze dryer* digunakan agar kolagen dalam kulit tidak terdenaturasi menjadi gelatin pada *pre-treatment* dan tidak membutuhkan waktu yang lama dibandingkan di oven dengan suhu rendah dalam waktu yang lama, sehingga didapatkan gelatin hasil ekstraksi optimal. Kulit ayam yang dikeringkan sebelum *treatment* bertujuan agar kulit ayam stabil dalam suhu ruang sehingga tidak mudah busuk. Hal ini dilakukan untuk mengatasi

banyaknya sampel kulit ayam yang akan diekstraksi dan keterbatasan volume alat yang digunakan saat penelitian.

5.1.2 Degreasing Lemak

Degreasing lemak dilakukan dengan menggunakan pelarut n-heksana. Lemak merupakan salah satu penyebab ketengikan yang dapat menurunkan kualitas dan daya akseptabilitas produk, sehingga diperlukan proses degreasing lemak. Lemak merupakan jenis senyawa non-polar yang dapat larut dalam pelarut non-polar seperti n-heksana. Pemilihan pelarut berdasarkan pada prinsip *like dissolve like*. Proses penghilangan lemak dilakukan dengan metode sokletasi. Prinsip dari sokletasi atau sering disebut dengan ekstraksi padat cair adalah aliran kontinyu pelarut yang selalu baru, dimana pelarut dalam labu alas bulat akan menguap akibat pemanasan dan uap tersebut akan terkondensasi dalam rangkaian kondensor sehingga pelarut murni yang baru akan menetes dan membasahi tabung ekstraktor. Pelarut dalam tabung ekstraktor semakin lama akan merendam kulit kaki ayam kering dan pelarut menjadi berwarna kuning yang menandakan bahwa lemak terlarut dalam n-heksana. Pelarut n-heksana yang berangsur-angsur berwarna putih menandakan proses ekstraksi (degreasing) lemak selesai. Proses ini berjalan selama 2-3 kali sirkulasi. Selanjutnya, residu (kulit kaki ayam) diambil dari tabung ekstraktor dan diletakkan di cawan porselen untuk dioven selama ± 1 jam pada suhu 30°C . Proses ini berfungsi untuk menghilangkan pelarut yang masih menempel pada kulit kaki ayam. Kulit ayam kering yang telah dihilangkan lemaknya berwarna putih pucat, hal ini menunjukkan bahwa

lemak yang terkandung sudah hilang. Bersama dengan hilangnya lemak, maka matriks penghalang ekstraksi gelatin berkurang. Sehingga, proses ekstraksi gelatin selanjutnya akan berjalan dengan maksimal.

5.1.3 Penghilangan Protein Non-kolagen

Penghilangan protein non-kolagen yang terdapat pada kulit kaki ayam dilakukan menggunakan pelarut NaOH 0,15%. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan ekstraksi gelatin dari protein kolagen, sehingga matriks dalam sampel dapat dikurangi. Beberapa contoh protein non-kolagen antara lain glikoprotein, proteoglikan, protein plasma, dan fosfoprotein (Varga, 2016). Alhana dkk, 2015 telah melakukan penelitian bahwa protein non-kolagen dapat terlarut dalam NaOH. Zhou dan Regenstein (2005) dalam Alhana dkk (2015) menyatakan bahwa larutan basa yang digunakan pada proses *pretreatment* lebih efektif dalam proses ekstraksi protein nonkolagen dan hanya menyebabkan tingkat kehilangan kolagen yang rendah dibandingkan dengan penggunaan larutan asam. Ekstraksi senyawa nonkolagen terjadi akibat terputusnya sebagian ikatan antar serat pada struktur kolagen dalam kondisi basa (Hinterwaldner, 1977 dalam Alhana dkk, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa protein nonkolagen sangat mudah terlarut dalam larutan basa. Berikut merupakan reaksi yang terjadi dalam asam amino penyusun protein dengan NaOH sehingga membentuk natrium proteinat yang larut dalam air.

Gambar 5.1 Reaksi pembentukan natrium proteinat

5.1.4 Demineralisasi

Demineralisasi dilakukan dengan menggunakan pelarut H_2SO_4 (asam sulfat) 0,15%. Demineralisasi merupakan proses penghilangan mineral dalam sampel. Asam sulfat merupakan salah satu pelarut yang dapat melarutkan mineral. Berikut adalah salah satu contoh mekanisme reaksi demineralisasi.

Gambar 5.2 Mekanisme reaksi demineralisasi

5.1.5 Ekstraksi Pelarut

Proses hidrolisis dilakukan menggunakan pelarut asam sitrat 0,7%. Pemilihan pelarut asam sitrat 0,7% didapatkan dari penelitian Hardikawati dkk (2016) yang menyatakan bahwa konsentrasi asam sitrat 0,7% menghasilkan gelatin dengan kualitas terbaik berdasarkan kekuatan gel tertinggi. Proses hidrolisis dilakukan menggunakan asam untuk mengubah struktur serat kolagen sehingga akan mempermudah proses ekstraksi pada tahap selanjutnya. Jaswir *et al.* (2011) dalam Alhana (2015) mengatakan bahwa penggunaan asam membantu peningkatan H^+ yang mengakibatkan air lebih mudah berpenetrasi ke dalam serat kolagen melalui gaya elektrostatik antara gugus polar atau ikatan hidrogen dan antara gugus nonpolar dan atom. Suasana asam dapat berfungsi sebagai katalis, sebagaimana proses pengadukan dan

pemanasan. Mekanisme yang terjadi yakni asam sitrat akan mendorong banyak atom H^+ yang akan membantu memecahkan ikatan peptida protein kolagen.

5.1.6 Ekstraksi Termal

Proses ekstraksi termal dilakukan dengan penambahan aquades dengan perbandingan 1:1 menggunakan *waterbath* pada suhu $50^{\circ}C$ selama 24 jam (Puspawati dkk, 2014). Denaturasi protein dapat dilakukan dengan cara hidrolisis secara termal (Fessenden dan Fessenden, 1982), dimana proses hidrolisis merupakan proses pemutusan ikatan dengan cara penambahan atom H dari molekul air (H_2O) sehingga protein kolagen dapat terpecah dan gelatin dapat diperoleh. Adanya kedua kinerja yang saling sinergis yakni proses hidrolisis termal dan suasana asam yang sama-sama mendorong atom H^+ diharapkan dapat meningkatkan proses ekstraksi gelatin dari kulit kaki ayam. Rendemen yang didapatkan pada proses ekstraksi ini sebesar 33,4%.

Gelatin halal bisa didapatkan dari bahan baku yang halal seperti sapi, ayam, maupun ikan. Pada penelitian ini, peneliti melakukan ekstraksi gelatin berasal dari kulit kaki ayam. Dengan bahan baku yang mempunyai hukum pokok halal, diharapkan dapat menghasilkan produk yang halal. Allah dalam surat al-Maidah ayat 1.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا أَوْفُوا بِالْعُقُودِ أُحِلَّتْ لَكُمْ بَهِيمَةُ الْأَنْعَامِ إِلَّا مَا يُنْتَلَى عَلَيْكُمْ غَيْرَ مُحِلِّي الصَّيْدِ وَأَنْتُمْ حُرْمٌ إِنَّ اللَّهَ

يَحْكُمُ مَا يُرِيدُ

“Hai orang-orang yang beriman, penuhilah akad-akad itu. Dihalalkan bagimu binatang ternak, kecuali yang akan dibacakan kepadamu. (Yang demikian itu) dengan tidak menghalalkan berburu ketika kamu sedang mengerjakan haji. Sesungguhnya Allah menetapkan hukum-hukum menurut yang dikehendaki-Nya (Al-Maidah: 1).”

Ayat tersebut menunjukkan bahwa hewan-hewan yang ada di bumi halal untuk dikonsumsi kecuali hewan-hewan yang dikecualikan (seperti dijelaskan pada surat al-Ma'idah ayat 3) atau dianggap haram menurut hukum Islam. Dengan demikian, film gelatin yang dibuat dari kulit kaki ayam dengan penambahan sukrosa yang berpotensi sebagai cangkang kapsul, halal untuk dikonsumsi.



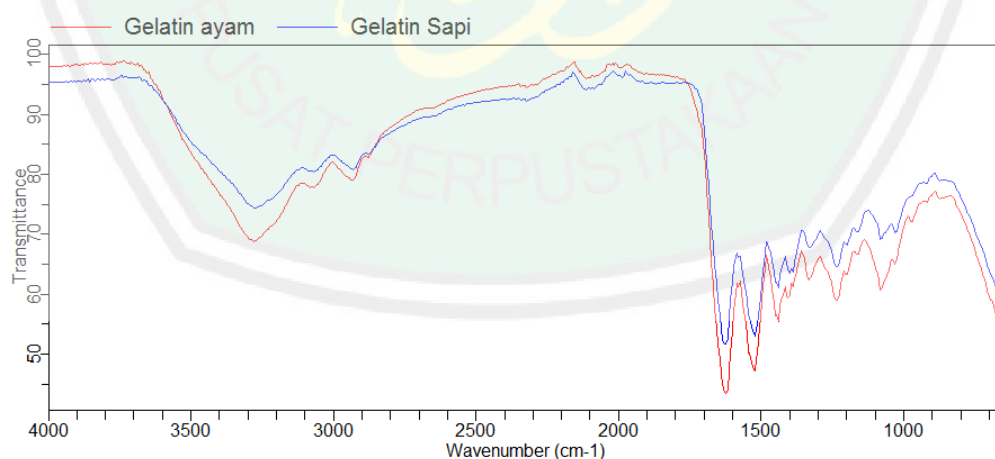
Gambar 5.3 Gelatin hasil ekstraksi dari kulit kaki ayam

5.2 Analisis Gugus Fungsi Gelatin Menggunakan FTIR

Spektroskopi FTIR biasa digunakan untuk mempelajari perubahan struktur sekunder kolagen dan gelatin (Muyonga, *et al.*, 2004). Data hasil FTIR akan muncul berupa spektra transmittan akibat getaran molekul penyusun gelatin.

Sebagai kontrol positif, analisa gugus fungsi FTIR dari gelatin kulit kaki ayam dibandingkan dengan gelatin halal komersial (gelatin sapi).

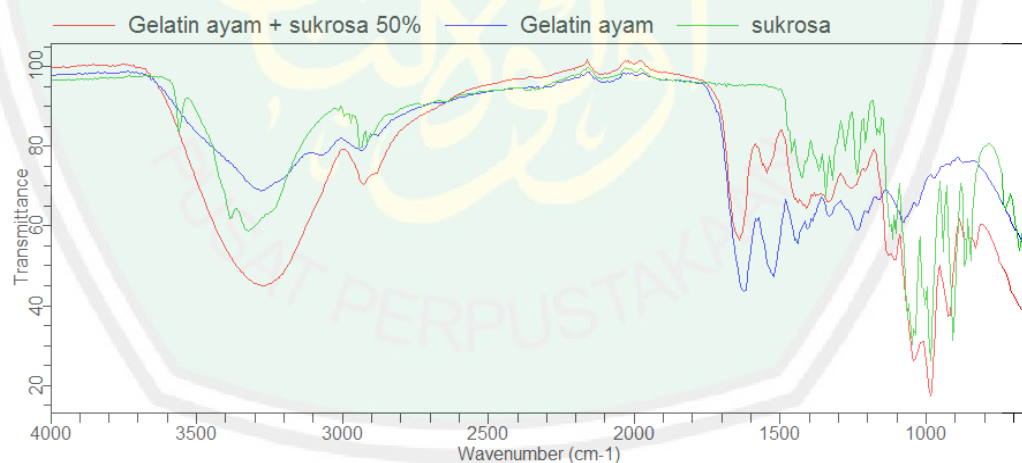
Hasil spektra FTIR dari gelatin kulit kaki ayam, gelatin sapi komersial dan film gelatin kulit kaki ayam dengan penambahan sukrosa sebagai *plasticizer* ditunjukkan pada gambar 4.4 dan tabel 4.1. Daerah spektra telah diamati pada masing-masing sampel dan menghasilkan perbedaan yang tidak signifikan, bahkan ketiga spektra menunjukkan puncak panjang gelombang yang hampir mirip satu sama lainnya. Tidak adanya perbedaan yang signifikan terhadap spektra gelatin kulit kaki ayam dan gelatin sapi komersial menunjukkan adanya tipe kolagen yang sama. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Oechsle *et al.* (2016) bahwa kulit sapi dan kulit ayam memiliki kandungan tipe kolagen yang sama yakni bentuk fibril kolagen tipe 1 dan kolagen tipe 3. Hal ini memunculkan dugaan bahwa gelatin halal komersial berasal dari kulit sapi.



Gambar 5.4 Spektra FTIR gelatin kulit kaki ayam dan gelatin sapi komersial

Tabel 5.1 Daerah serapan FTIR gelatin kulit kaki ayam dan gelatin sapi komersial

Daerah serapan	Bilangan gelombang pada puncak serapan (cm^{-1})		Dugaan gugus Fungsi
	Gelatin Ayam	Gelatin Sapi komersial	
Amida A	3278.2	3276.3	NH stretching dari amida yang berasosiasi dengan ikatan hidrogen
Amida B	2983.4	2931.6	CH stretching
Amida I	1625.1	1627.0	C=O stretching dengan kontribusi dari NH bending atau ikatan hidrogen yang berpasangan dengan COO^-
Amida II	1522.6 1436.9	1522.6 1436.9	Ikatan C-N-H Ikatan C-H
Amida III	1235.6	1235.6	NH stretching bergabung dengan CN stretching
Sidik Jari	1079.1	1079.1	C-O skeletal stretch



Gambar 5.5 Spektra FTIR gelatin kulit kaki ayam, sukrosa, dan gelatin kulit kaki ayam + sukrosa 50%

Tabel 5.2 Daerah serapan FTIR gelatin kulit kaki ayam dan film gelatin kulit kaki ayam dengan penambahan sukrosa 50%

Daerah serapan	Bilangan gelombang pada puncak serapan (cm^{-1})		Dugaan gugus fungsi
	Gelatin Ayam	Film gelatin + sukrosa 50%	
Amida A	3278.2	3270.7	NH stretching dari amida yang berasosiasi dengan ikatan hidrogen dan OH
Amida B	2983.4	2927.8	CH stretching
Amida I	1625.1	1653.1	C=O stretching dengan kontribusi dari NH bending atau ikatan hidrogen yang berpasangan dengan COO^-
Amida II	1522.6 1436.9	1541.3 1420.1	Ikatan C-N-H Ikatan C-H
Amida III	1235.6	-	NH stretching bergabung dengan CN stretching
Sidik Jari	1079.1	1107.0 1041.8 985.9 922.5	C-O skeletal stretch <i>CH₂ out-of-plane wagging</i>

Tabel 5.3 Daerah serapan FTIR sukrosa

Bilangan gelombang pada puncak serapan (cm^{-1})	Dugaan gugus fungsi	Struktur sukrosa
3384.4 3322.9	OH stretching	
2939.0 2912.9	C-H stretching	
1343.7	C-O	
985.9	<i>CH₂ out-of-plane wagging</i>	
866.6	Deformasi CH (karbohidrat)	
680.2	C-C skeletal stretch	

Hasil analisa data FTIR dari gelatin ayam dan gelatin sapi tidak menunjukkan perbedaan berdasarkan bilangan gelombang pada puncak serapan (cm^{-1}). Analisa gugus fungsi FTIR juga dilakukan pada film gelatin kulit kaki ayam yang telah ditambahkan sukrosa 50% untuk mengetahui pengaruh

penambahan sukrosa sebagai *plasticizer* pada film gelatin kulit kaki ayam terhadap puncak bilangan gelombang infra merah. Terdapat beberapa perbedaan yang muncul terutama di daerah sidik jari pada film dibandingkan dengan gelatin kulit kaki ayam.

Amida A yang di tunjukkan pada daerah sekitar 3200 cm^{-1} dengan getaran NH *stretching*. Namun pada puncak serapan sukrosa pada daerah 3561 cm^{-1} terdapat getaran OH *stretching* yang berasal dari gugus polisakarida. Menurut Foggia *et al.*(2011), pita amida A akan nampak pada daerah serapan sekitar 3280 cm^{-1} , disebabkan oleh NH *stretching* yang tampak intensif pada spektra infra merah. Posisi panjang gelombang dan lebarnya memberikan informasi mengenai kekuatan ikatan hidrogen. Puncak sekitar 3270 cm^{-1} menunjukkan adanya kekuatan ikatan hidrogen sedang/medium, tipe struktur dari β -*sheet*.

Pada spektra yang dihasilkan oleh film gelatin dengan penambahan sukrosa 50% menunjukkan intensitas absorpsi yang tinggi dibandingkan dengan gelatin ayam. Intensitas tersebut menunjukkan kekuatan hidrogen yang berasal dari gugus OH pada sukrosa dengan gelatin. Fessenden dan Fessenden (1982) menyatakan bahwa Pita OH dan NH *stretching* terdapat antara $3000\text{-}3700\text{ cm}^{-1}$. Absorpsi oleh ikatan NH kurang intensif dibandingkan resapan oleh OH, sebagian karena dalam amina ikatan hidrogen lebih lemah dan sebagian ikatan NH kurang polar, seperti halnya tampilan absorpsi spektra gelatin ayam menunjukkan puncak yang lebih runcing dibandingkan film gelatin dengan penambahan sukrosa. Reis *et al.* (2006) menyatakan bahwa pita hidroksil tipe kuat untuk ikatan

OH bebas ditunjukkan pada daerah panjang gelombang 3200-3570 cm^{-1} . Sedangkan di daerah panjang gelombang 3180-3350 cm^{-1} terdapat getaran ikatan regangan N-H pada sampel padat (Silverstein, 2005). Hal menjadikan adanya tumpang tindih antara regangan N-H bebas dengan getaran ikatan hidrogen OH pada film gelatin dengan penambahan sukrosa 50%.

Pita serapan amida B ditunjukkan pada panjang gelombang sekitar 2900 cm^{-1} . Pada semua kasus, amida A cenderung bergabung dengan amida B yang menunjukkan pita CH_2 *stretching* dikaitkan dengan ikatan intermolekul dimer dari kelompok karboksil. Pita amida A pada semua sampel dekat dengan frekuensi NH bebas *stretching* pada rentan daerah sekitar 3250-3320 cm^{-1} . Namun, ia cenderung akan bergeser ke frekuensi yang lebih rendah dengan peningkatan konsentrasi sukrosa. Pita Amida B ditemukan pada daerah sekitar 2936-2928 cm^{-1} dan mempresesntasikan CH asimetris dan peregangan simetris untuk CH_3 dan CH_2 dalam komponen alifatik (Kuan *et al.*, 2016).

Unit pengulangan struktural dari kelompok peptida protein mempunyai pita amida I dan II yang menjadi pita mayoritas dari spektra infra merah protein (Reis *et al.*, 2006). Dimana, pita serapan amida I dan II, masing-masing ditunjukkan di daerah panjang gelombang sekitar 1600, 1500 dan 1400 cm^{-1} . Puncak serapan amida I menunjukkan adanya $\text{C}=\text{O}$ *stretching* yang terjadi pada daerah sekitar 1680-1630 cm^{-1} . Pita uluran karbonil ini merupakan puncak yang paling kuat yang dijumpai dalam daerah 1600-1820 cm^{-1} (Fessenden dan Fessenden, 1982). Absorpsi $\text{C}=\text{O}$ dari amida terjadi pada frekuensi yang lebih rendah dari normalnya absorpsi karbonil akibat efek dari resonansi (Silverstein,

2005). Sedangkan pita amida II ditunjukkan oleh sebuah ikatan atau beberapa ikatan pada daerah $1650-1515\text{ cm}^{-1}$ terutama disebabkan oleh NH_2 atau ikatan NH. Amida sekunder asiklik dalam keadaan padat menunjukkan pita amida II dalam daerah $1570-1515\text{ cm}^{-1}$. Pita ini berasal dari interaksi antara NH bending dan CN *stretching* dari kelompok C-N-H (Silverstein, 2005).

Pita amida III biasanya lemah dalam spektroskopi FTIR namun dapat ditemukan di daerah $1250-1350\text{ cm}^{-1}$ (Reis *et al.*, 2006). Pada gelatin ayam dan sapi, pita amida III ditunjukkan pada daerah puncak 1235 cm^{-1} . Amida III mempresentasikan kombinasi puncak antara getaran CN *stretching* dan deformasi NH dari *linkages* (Widyasari dan Rawdequen, 2014).

Analisa gugus fungsi berdasarkan spektra FTIR menunjukkan bahwa gelatin merupakan bagian dari protein yang dibuktikan dengan adanya pita khas di daerah serapan amida A, B, I, II, III, dan daerah sidik jari. Penambahan sukrosa pada gelatin dalam pembuatan film, menunjukkan perbedaan spektra yang signifikan, terutama dibuktikan dengan luas serapan daerah amida A yang juga menunjukkan adanya ikatan hidrogen kuat di daerah serapan tersebut. Sukrosa mempunyai jumlah gugus OH yang tergolong banyak dibandingkan gula lainnya. Hal ini mungkin menyebabkan serapan ikatan hidrogen OH nampak jelas pada spektra infra merah.

5.3 Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Film

Pengujian terhadap kuat tarik dan elongasi sebuah film berpengaruh terhadap fabrikasi film tersebut. Gelatin dengan penambahan sukrosa akan

mempengaruhi nilai kuat tarik dan elongasi film. Penambahan sukrosa pada pembuatan film memberikan nilai *elongation break* yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa sukrosa. Hal ini dikarenakan sukrosa dapat berfungsi sebagai *plasticizer*/pelunak (Veiga-Santos *et al.*, 2007). Dengan berat molekul yang lebih tinggi dan jumlah gugus hidroksil yang banyak, sukrosa memberikan ikatan hidrogen hidrogen oleh gugus OH pada campuran gelatin dan sukrosa (Kuan *et al.*, 2016).

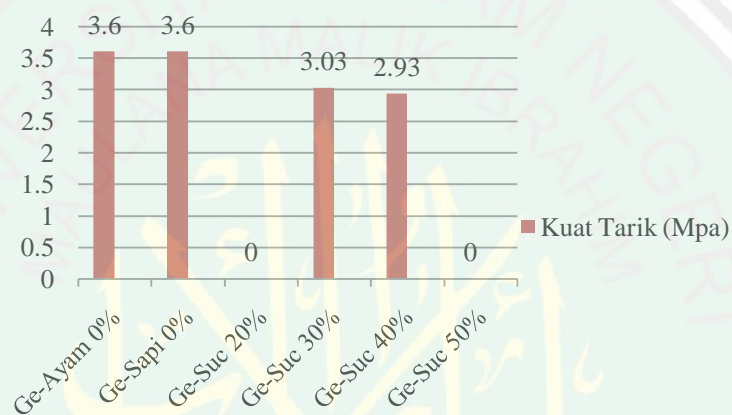
Salah satu fungsi dari sukrosa adalah sebagai *plasticizer*. *Plasticizer* bekerja menurunkan tekanan intermolekul dan meningkatkan mobilitas rantai polimer, dimana ia akan meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas film (Coupland *et al.* dalam Veiga-Santos *et al.*, 2007). Veiga *et al.* (2007) menyatakan bahwa sukrosa mempunyai efisiensi yang lebih baik sebagai *plasticizer* dibandingkan dengan gula lainnya.



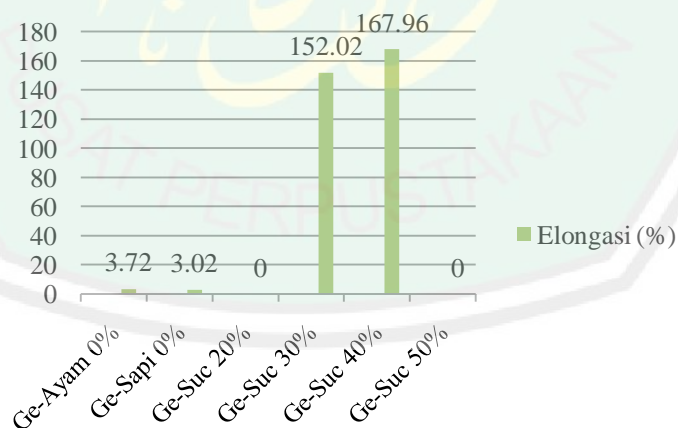
Gambar 5.6 Film gelatin: (1) gelatin ayam dan sukrosa 0%; (2) gelatin sapi dan sukrosa 0%; (3) gelatin ayam dan sukrosa 20%; (4) gelatin ayam dan sukrosa 30%; (5) gelatin ayam dan sukrosa 40%; dan (6) gelatin ayam dan sukrosa 50%.

Tabel 5.4 Data nilai kuat tarik dan elongasi film gelatin kulit kaki ayam

No	Nama	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
1	Gelatin ayam-sukrosa 0%	3,6	3,72
2	Gelatin sapi-sukrosa 0%	3,6	3,02
3	Gelatin ayam-sukrosa 20%	0	0
4	Gelatin ayam-sukrosa 30%	3,03	152,02
5	Gelatin ayam-sukrosa 40%	2,93	167,96
6	Gelatin ayam-sukrosa 50%	0	0



Gambar 5.7 Diagram nilai kuat tarik film gelatin



Gambar 5.8 Diagram nilai persen elongasi film gelatin

Hasil menunjukkan bahwa nilai kuat tarik menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi sukrosa pada konsentrasi 30% dan 40%, sedangkan nilai kuat tarik gelatin ayam dan sapi tanpa penambahan sukrosa adalah sama

yakni 3,6 MPa. Namun, pada penelitian ini tidak didapatkan nilai kuat tarik pada film gelatin dengan penambahan sukrosa 20%. Hal ini dikarenakan secara organoleptis, tekstur film ini sangat lentur sehingga tidak mempunyai kekuatan untuk meregang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Kuan *et. al.* (2016) dimana penambahan sukrosa 20% justru menurunkan nilai *gel strength* gelatin. Nugrahaningsih dkk (2014) menyatakan bahwa adanya korelasi antara nilai kuat tarik dengan kekuatan gel gelatin. Sedangkan film gelatin dengan penambahan sukrosa 50% tidak mempunyai nilai kuat tarik. Hal ini dikarenakan secara organoleptis tekstur film sangat lengket dan rapuh, sehingga pengujian terhadap film ini tidak dapat dilakukan.

Elongasi film gelatin dengan penambahan sukrosa mempunyai nilai yang baik yakni >50% pada konsentrasi 30% dan 40% yakni 152,02% dan 167,96%. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Krochta dan De Muller-Johnson (1997) dalam Hasdar dkk (2011) bahwa elongasi dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10%. Pada konsentrasi 20% tidak didapatkan nilai persen elongasi dari instrument dikarenakan tidak mempunyai nilai kuat tarik dan film gelatin dengan penambahan sukrosa 50% tidak didapatkan nilai elongasi dikarenakan film mengkristal dan lengket pada cetakan. Hasil uji elongasi menunjukkan bahwa persen (%) elongasi meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer*/sukrosa (Kuan *et al.*, 2016 dan Veiga-Santos *et al.*, 2007). Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Wirawan dkk (2012) bahwa semakin banyak *plasticizer* yang ditambahkan akan menurunkan nilai kuat tarik dan

meningkatkan persen (%) elongasi film. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat ikatan yang kuat dalam jumlah lebih besar seiring dengan bertambahnya konsentrasi sukrosa yang ditambahkan.



Gambar 5.9 Film gelatin-sukrosa 50%

Saberi *et al.* (2017) menjelaskan bahwa pada kelembaban ruang (RH) sangat rendah dan sedang, pengembangan kristal dalam film mendukung adanya efek antiplastisasi yang menyebabkan film tidak elastis. Nilai RH dalam suatu ruangan berbanding terbalik dengan suhu. Dengan suhu yang semakin tinggi atau proses pemanasan yang berlangsung lebih lama membuat film menjadi membentuk kristal sehingga bersifat rapuh. Seperti yang ditunjukkan pada sorotan isoterm film, *plasticizer* dengan jumlah gugus hidroksil yang lebih tinggi dengan mudah mengambil air yang menyebabkan dampak plasticizing yang berperan sebagai peningkat mobilitas dan hilangnya plastisasi film. Hal ini menyebabkan film dengan penambahan sukrosa 50% yang tidak stabil terlihat lebih rapuh dan mudah patah.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan pada bab v, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan sukrosa dalam pembuatan film gelatin kulit kaki ayam mempengaruhi nilai kuat tarik dan elongasi film.
2. Nilai kuat tarik dan elongasi film optimal terjadi pada film dengan penambahan konsentrasi sukrosa 30%.

6.2 Saran

1. Dilakukan penelitian lanjutan mengenai optimalisasi ekstraksi gelatin dari kulit kaki ayam untuk menghasilkan gelatin secara maksimal dan berkualitas.
2. Dilakukan penelitian lanjutan film gelatin dengan penambahan sukrosa dengan rentang konsentrasi sukrosa diperpendek untuk mengetahui konsentrasi terbaik.
3. Konsentrasi sukrosa sebaiknya kurang dari 50%, dikarenakan pada konsentrasi ini film menjadi tidak stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ad-Dimasyqi, AMA. 2016. *Fiqih Empat Mazhab*. Terjemahan oleh ‘Abdullah Zaki Alkif. Bandung: Hasyimi.
- Al-Huwaithi, SBI., 2012. *Syarah Arba'in an-Nawawi*. Jakarta: Darul haq.
- Alhana; Suptijah, P dan Tarman, K. 2015. Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen dari Daging Teripang Gamma. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Volume 8, Nomor 2: 150-161.
- Allen, L. V., 2009, *Handbook of Pharmaceutical Excipients, Sixth Edition*, Rowe R. C., Sheskey, P. J., Queen, M. E., (Editor), London, Pharmaceutical Press and American Pharmacists Assosiation.
- Al-Mahalli, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin As-suyutti. 2010. *Tafsir Jalalain jilid I*. Surabaya: Pusaka Elba.
- Al-Saidi, G.S; Al-Alawi, A; Rahman, M.S dan Guizani, N. 2012. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study of Extracted Gelatin from Shaari (*Lithrinus microdon*) Skin: Effects of Extraction Conditions. *International Food Research Journal*. Volume 19, Nomor 3: 1167-1173.
- Andriani, L; Hernawan, E; Kamil, K.A dan Mushawwir, A. 2010. *Fisiologi Ternak*. Widya Padjadjaran.
- Asy-Syanqithi, S. 2007. *Tafsir Adhwa'ul Bayan*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- BPOM RI. 2010. Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK. 03.1.23.06.10.5166 tentang Pencantuman Informasi Asal Bahan Tertentu, Kandungan Alkohol, dan Batas Kedaluarsa pada Penandaan/Label Obat, Obat Tradisional, Suplemen Makanan, dan Pangan. Jakarta: Kepala BPOM.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor November 2016. Jakarta: BPS-Statistics Indonesia.
- Day JR dan Underwood. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Depkes RI. 1979. *Farmakope Indonesia*. Edisi III. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Faqih, AK. 2006. *Tafsir Nurul qur'an jilid 2 dan 4*. Penerbit al-Huda.

- Fessenden dan Fessenden. 1982. *Kimia Organik Edisi Ketiga*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Foggia, MD; Taddei, P; Torreggiani, A; Dettin, M dan Tinti, A. 2011. Self-Assembling Peptides for Biomedical Applications: IR and Raman Spectroscopies for the Study of Secondary Structure. *Proteomics Research Journal*. Volume 2, Nomor 3: 231-272.
- Gekko, K; Xuan, L dan Makino, S. 1992. Effect of Polyols and Sugars on the Sol-Gel Transition of Gelatin. *Journal Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. Volume 56, Nomor 8:1279-1284.
- Georgieva, S dan Vanja K. 2011. Collagen- vs Gelatine-based Biomaterials and Their Biocompatibility: Review and Perspectives. *Intech. Biomaterial Applications for Nanomedicine*. Hal: 17-52.
- [GMIA] Gelatin Manufacturers Institutes of America. 2012. *Gelatin Handbook*. America.
- Hadikawati, T; Puspawati, NM dan Ratnayani, K. 2016. Kajian Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sitrat terhadap Kekuatan Gel Produk Gelatin Kulit Ayam Broiler Dikaitkan dengan Pola Proteinnya. *Jurnal Kimia*. Volume 10, Nomor 1: 115 – 124.
- Harahap, A.P. 2009. Pelapisan Melon Menggunakan Film Edibel dari Pati Ubi Kayu dengan Penambahan Sorbitol sebagai Zat Pemlastis [Skripsi]. Medan: Departemen Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Hasdar, M; Erwanto, Y dan Triatmojo, S. 2011. Karakteristik *Edible Film* yang Diproduksi dari Kombinasi Gelatin Kulit Kaki Ayam dan *Soy Protein Isolate*. *Buletin Peternakan*. Volume 35, Nomor 3: 188 – 196.
- Hastuti, D dan Sumpe, I. 2007. Pengenalan dan Proses Pembuatan Gelatin. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Medagro*. Volume 3, Nomor 1: 39-48.
- Hermanto, S; Sumarlin, L.O dan Widya, F. 2013. Differentiation of Bovine and Porcine Gelatin Based on Spectroscopic and Electrophoretic Analysis. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*. Volume 1: 68-73.
- https://www.researchgate.net/figure/261919276_Fig1_Fig-2-Representative-Gelatin-Structure-Ala-Gly-Pro-Arg-Gy-Glu-4hyp-Gly-Pro-36 diakses pada tanggal 7 Maret 2017 pukul 08.25 WIB.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Terjemahan oleh A. Saptorahardjo. Jakarta: UI Press.

- Kuan, Y.H; Nafchi, AM; Huda, N; Arifin, F dan Karim, AA. 2016. Effect of Sugars on The Gelation Kinetics and Texture of Duck Feet Gelatin. *Journal Food Hydrocolloids*. 58: 267-275.
- Lehninger. 1982. *Dasar dasar biokimia jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Martinianingsih, N dan Atmaja, L. 2010. Analisis Sifat Kimia, Fisik, dan Termal Gelatin dari Ekstraksi Kulit Ikan Pari (*Himantura gerrardi*) Melalui Variasi Larutan Jenis Asam [Skripsi]. Surabaya: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Miwada, INS; Simpen, IN; Hartawan, M; Puger, AW dan Sriyani, NLP. 2015. Karakteristik Gelatin dari Kulit Kaki Ternak dan Potensinya Sebagai *Edible Film*. *Jurnal Majalah Ilmiah Peternakan*. 18:109 – 113.
- Mulja, M dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Murray, R. *et al*. 2014. *Biokimia Harper, edisi 29*. Terjemahan oleh Lilian R.M. dan Lydia I.M. Jakarta: EGC.
- Musso, YS; Salgado, PR dan Mauri, AN. 2017. Smart Edible Flim Based on Gelatin and Curcumin. *Food Hydrocolloids*. Volume 66: 8-15.
- Muyonga, JH; Cole, CGB dan Duodu, KG. 2004. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study of Acid Soluble Collagen and Gelatin from Skins and Bones of Young and Adult Nile Perch (*Lates niloticus*). *Food Chemistry*. Volume 86: 325-332.
- MSDS. <http://www.Sciencelab.com> diakses pada tanggal 28 November 2013 pukul 05.30 WIB.
- Nasution, M.R. 2014. Pemanfaatan Tepung Ceker Ayam pada Pembuatan Biskuit dan Uji Daya Terima [Skripsi]. Medan: Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Ningsih, SH. 2015. Pengaruh Plasticizer Gliserol terhadap Karakteristik Edibel Film Campuran Whey dan Agar. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar.
- Nugrahaningsih; Lukiati, B; Sholikhah, SI dan Setiowati, FK. 2014. Profil Kekuatan Tarik Gelatin dari Kulit Kaki Ayam dan Kecepatan Penutupan Luka pada *Mus musculus* Pasca Pemberian Gelatin. *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*.

- Oladzadabbasabadi, N; Ebadi, S; Nafchi, AM; Karim, AA dan Kiahosseini, SR. 2017. Functional Properties of Dually Modified Sago Starch/k-carrageenan Films: An Alternative to Gelatin in Pharmaceutical Capsules. *Journal Carbohydrate Polymers*. 160: 43 – 51.
- Oechsle, A.M. *et al.* 2016. Microstructure and Physical-Chemical Properties of Chicken Collagen. *Journal Food Structure*. 7: 29 – 37.
- Paramawati, R. 2001. Kajian Fisik dan Mekanik terhadap Karakteristik Film Kemasan Organik dari Zein Jagung. *Disertasi*. Program ilmu pangan IPB. Bogor.
- Pantow, IM; Sompie, M; Mirah, AD dan Karisoh LCM. 2016. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Larutan Asam Asetat (CH₃COOH) terhadap Karakteristik Gelatin Kulit Kaki Ayam. *Jurnal ZooteK*. Volume 36, Nomor 1: 23 – 32.
- Pine *et al.*, 1988. *Kimia Organik 2*. Bandung: Penerbit ITB.
- Purwanti, A. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi*. Volume 3, Nomor 2: 99-106.
- Puspawati, NM; Simpen, IN dan Miwada, S. 2012. Isolasi Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler dan Karakteristik Gugus Fungsinya dengan Spektrofotometri FTIR. *Jurnal Kimia*. Volume 6, Nomor 1: 79-87.
- Puspawati, NM; Simpen, IN dan Suciptawati, NLP. 2014. Karakteristik Sifat Fisiko Kimia Gelatin Halal yang Diekstrak dari Kulit Ayam *Broiler* melalui Variasi Suhu. *Jurnal Kimia*. Volume 8, Nomor 1: 127 – 136.
- Qardhawi, Yusuf. 2000. *Halal dan Haram*. Jakarta: Robbani Press.
- Rafieian, F; Keramat, J dan Shahedi, M. 2015. Physicochemical Properties of Gelatin Extracted from Chicken Deboner Residue. *Journal Food Science and Technology*. 64:1370-1375.
- Reis *et. al.* 2006. Synthesis and Characterization of Poly (Vinyl Alcohol) Hydrogels and Hybrids for rMPB70 Protein Adsorption. *Material Reasearch*. Volume 9, Nomor 2: 185-191.
- Saberi, B; Suwimol C; John B.G; Christopher J.S dan Costas E.S. 2017. Physical and Mechanical Properties of a New Edible Film Made of Pea Starch and Guar Gum as Affected by Glycols, Sugars and Polyols. *International Journal of Biological Macromolecules*. Volume 104:345-359.

- Sarbon, NM; Badii, F dan Howel, NK. 2013. Preparation and Characterisation of Chicken Skin Gelatin as an Alternative to Mammalian Gelatin. *Food Hydrocolloids*. Volume 30: 143-151.
- Sarojo, AG. 2002. *Seri Fisika Dasar Mekanika*. Jakarta: Penerbit Salemba Teknika.
- Sa'ad, Syaikh Abu 'Abdillah 'Adil bin. 2010. *Halal Haram dalam Islam*. Jakarta: Pustaka as-Sunnah.
- Simpen, I.N; Puspawati, N.M dan Prabawanti, A. 2016. Karakteristik Mutu Gelatin Kulit Ayam Broiler melalui Proses Perendaman Kombinasi Asam-Basa. *Jurnal Kimia*. Volume 10, Nomor 2: 204 – 211.
- Silverstein, R.M; Webster, F.X dan Kiemle, D.J. 1984. *Penyidikan Spektrometri Senyawa Organik Edisi Keempat*. Terjemahan oleh A.J. Hartono dan Anny V.P. Jakarta: Erlangga.
- Silverstein, R.M; Webster, F.X dan Kiemle, D.J. 2005. *Spectrometric Identification of Organic compounds, seventh edition*. New York: Lehigh Press.
- Suryati; A Nasrul, Z; Meriatna dan Suryani. 2015. Pembuatan dan Karakterisasi Gelatin dari Ceker Ayam dengan Proses Hidrolisis. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Volume 4, Nomor 2: 66 – 79.
- Veiga-Santos, P; L.M. Oliveira; M.P. Cereda dan A.R.P. Scamparini. 2007. Sucrose and Inverted Sugar as Plasticizer. Effect on Cassava Starch-Gelatin Film Mechanical Properties, Hydrophilicity and Water Activity. *Food Chemistry*. 103:255-262.
- Wahyuningtyas, M. dan Atmaja, L. 2016. Pembuatan dan Karakterisasi Film Pati Kulit Ari Singkong/Kitosan dengan Plasticizer Asam Oleat. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Volume 5, Nomor 1: 28 – 35.
- Widyasari, R dan Rawdkuens, S. 2014. Extraction and Characterisation of Gelatin from Chicken Feet by Acid and Ultrasound Assisted Extraction. *Food and Applied Bioscience Journal*. Volume 2, Nomor 1: 83-95.
- Wirawan, S.K; Prasetya, A dan Ernie. 2012. Pengaruh Plasticizer pada Karakteristik Edible Film dari Pektin. *Jurnal Reaktor*. Volume 14, Nomor 1: 61 – 67.



LAMPIRAN

LAMPIRAN – LAMPIRAN

1. Lampiran Perhitungan Bahan

1.1 Perhitungan Rendemen

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{Berat gelatin yang dihasilkan}}{\text{Berat kulit ceker ayam}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{26,7572 \text{ g}}{80 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% = 33,4\%$$

1.2 Pembuatan Larutan

- a. NaOH 0,15% (b/v)

$$x = \frac{0,15}{100} \times 500 \text{ ml} = 0,75 \text{ g}$$

Dilartukan dalam 500 ml aquades

- b. H
- ₂
- SO
- ₄
- 0,15%

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$37\% \times V_1 = 0,15\% \times 500 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{0,15\% \times 500 \text{ ml}}{37\%} = 2,027 \text{ ml}$$

Dilartukan dalam 500 ml aquades

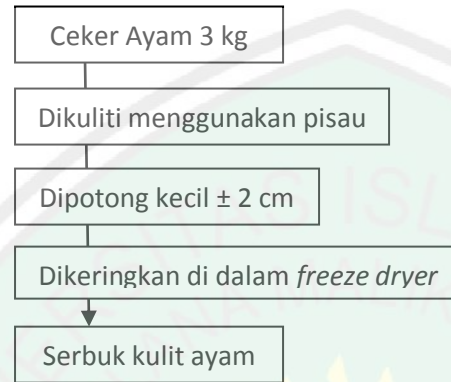
- c. Asam sitrat 0,7% (b/v)

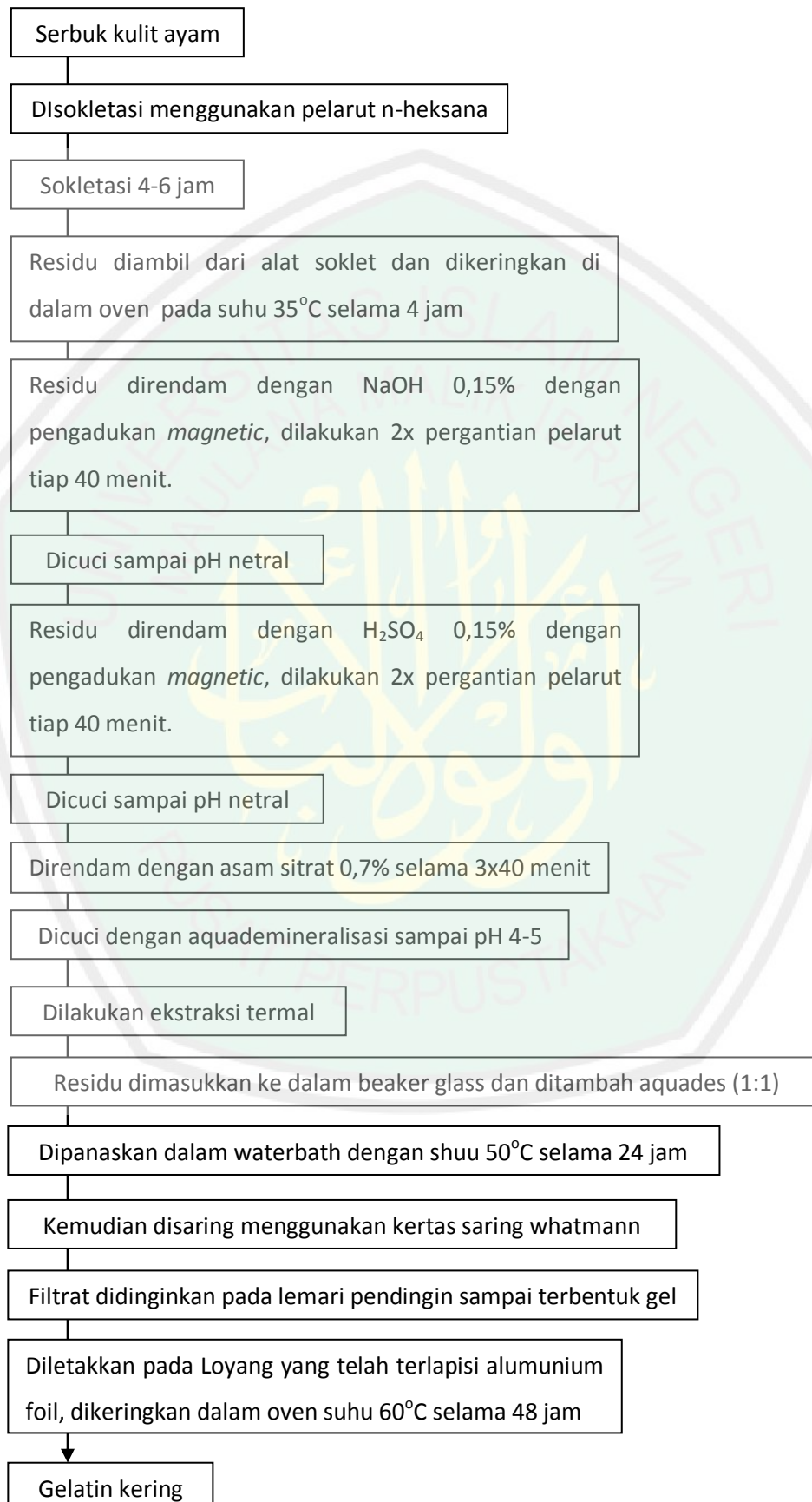
$$x = \frac{0,7}{100} \times 500 \text{ ml} = 3,5 \text{ g}$$

Dilartukan dalam 500 ml aquades

2. Lampiran Skema kerja

2.1 Ekstraksi Gelatin dari Ceker Ayam

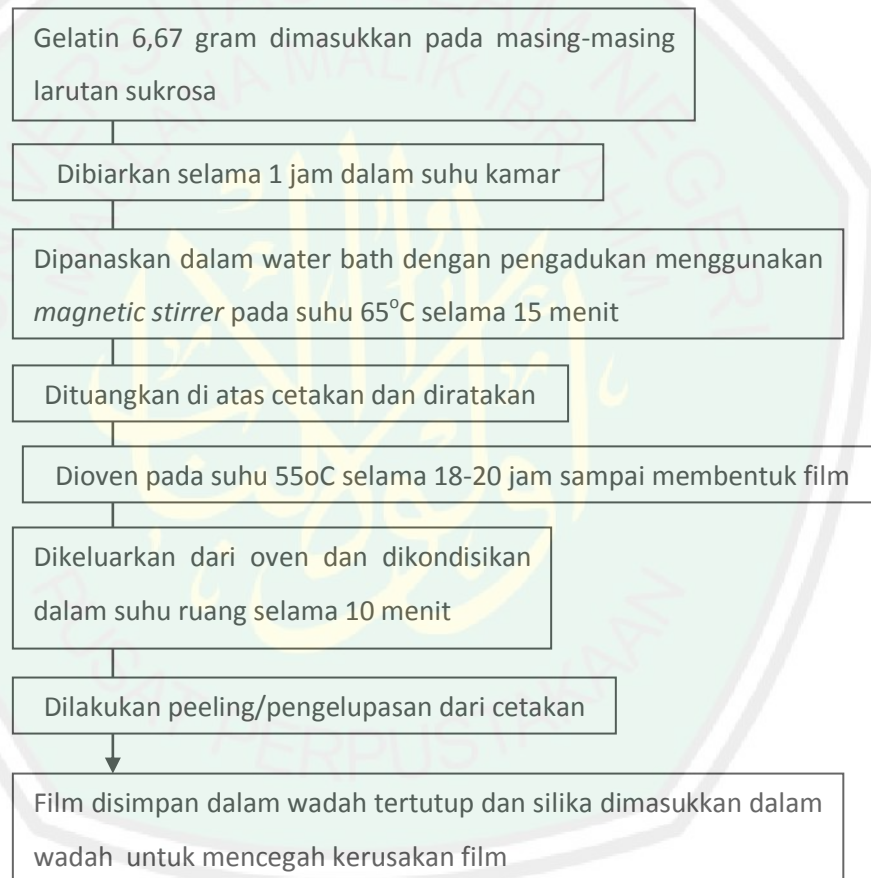




2.2 Uji Karakteristik Gelatin Menggunakan FTIR

Serbuk gelatin ceker ayam, gelatin komersial, dan gelatin dengan penambahan sukrosa 50% diukur dengan menggunakan FTIR, dengan 32x scanning pada rentang daerah pembacaan $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$.




2.3 Preparasi dan Pembuatan Film



2.4 Uji Kuat Tarik dan Elongasi Film




Uji kuat tarik dan elongasi dilakukan menggunakan strograph vg 10-e.



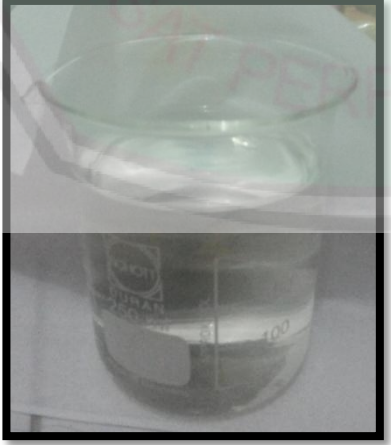
3. Lampiran Gambar



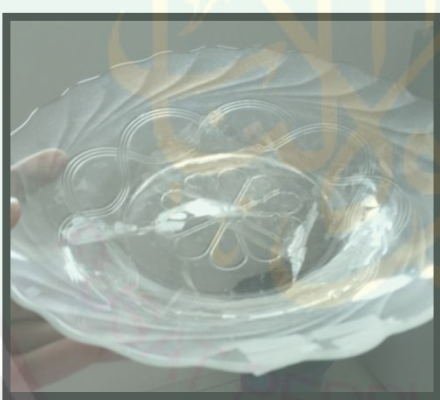

No	Gambar	Keterangan
1		Proses pencucian ceker ayam
2		Proses pengulitan ceker ayam
3		<i>Freeze Dryer</i>



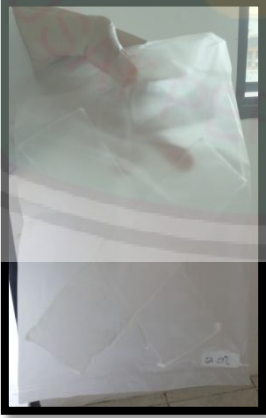
4		<p>Kulit kaki ayam yang dikeringkan menggunakan <i>freeze dryer</i></p>
5		<p>Kulit kaki ayam kering yang dihaluskan dengan <i>blender</i></p>
6		<p>Degreasing lemak menggunakan metode sokletasi</p>




7		<p>Kulit kaki ayam setelah disokletasi (kiri) dan sebelum disokletasi (kanan)</p>
8		<p>Perendaman dan pengadukan kulit kaki ayam menggunakan NaOH 0,15%</p>
9		<p>Perendaman dan pengadukan kulit kaki ayam menggunakan H₂SO₄ 0,15%</p>




10		<p>Perendaman dan pengadukan kulit kaki ayam menggunakan asam sitrat 0,7%</p>
11		<p>Pencucian menggunakan aquades sampai pH 4-5</p>
12		<p>Proses ekstraksi termal menggunakan waterbath buatan</p>

13		<p>Setelah ekstraksi termal, terlihat residu mengendap dan terlihat kisut</p>
14		<p>Proses penyaringan larutan gelatin hasil ekstraksi</p>
15		<p>Larutan gelatin yang telah memadat dan mengental (terbentuk seperti agar-agar)</p>

16		Proses penuangan gel gelatin ke dalam Loyang untuk dikeringkan
17		Gel gelatin siap dikeringkan
18		Lembaran film gelatin
19		Serbuk gelatin kulit kaki ayam hasil ekstraksi

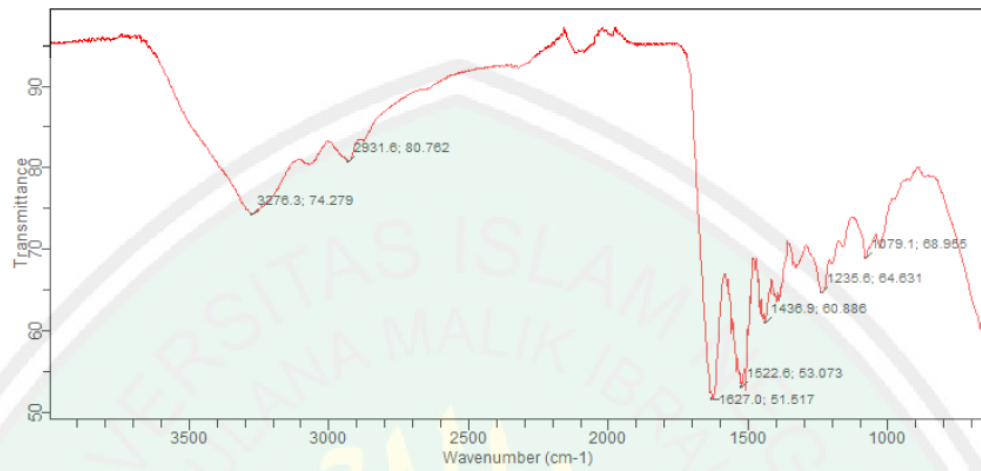
20		<p>Larutan gelatin dengan penambahan sukrosa setelah didiamkan selama 1 jam</p>
21		<p>Pembuatan film dari gelatin dan penambahan sukrosa menggunakan waterbath dan pengadukan secara terus-menerus selama 15 menit pada suhu 65°C</p>
22		<p>Film gelatin dengan penambahan sukrosa 0%</p>

23		<p>Film gelatin dengan penambahan sukrosa 20%</p>
23	 CA 30% CA 30% CA 30%	<p>Film gelatin dengan penambahan sukrosa 30%</p>
24	 CA 40% CA 40% CA 40%	<p>Film gelatin dengan penambahan sukrosa 40%</p>

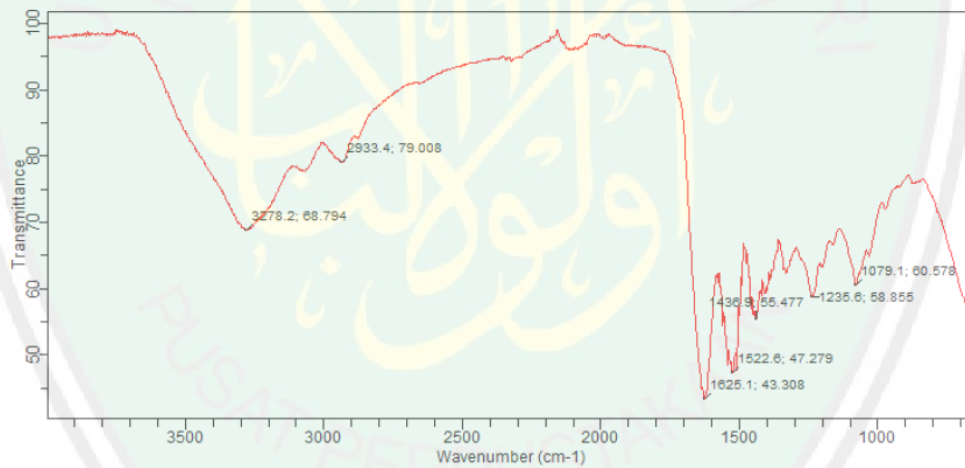
25		<p>Film gelatin dengan penambahan sukrosa 50%</p>
26		<p>Film gelatin yang telah dicetak untuk uji kuat tarik dan elongasi (film gelatin dengan sukrosa 50%)</p>
27		<p><i>Universal tensile strength and elongation break</i></p>

4. Lampiran Spektra FTIR

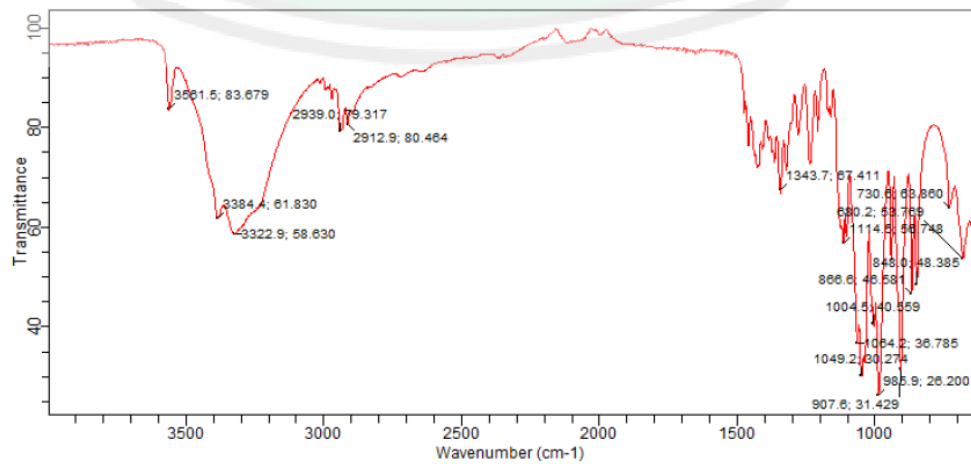
4.1 Spektra FTIR Gelatin Sapi Komersial



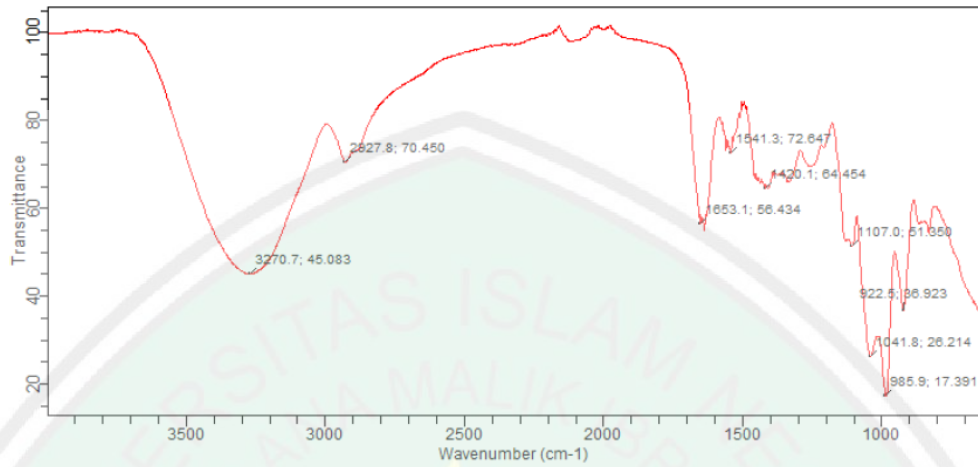
4.2 Spektra FTIR Gelatin Kulit Kaki Ayam



4.3 Spektra FTIR Sukrosa



4.4 Spektra FTIR Gelatin Kulit Kaki Ayam + Sukrosa 50%

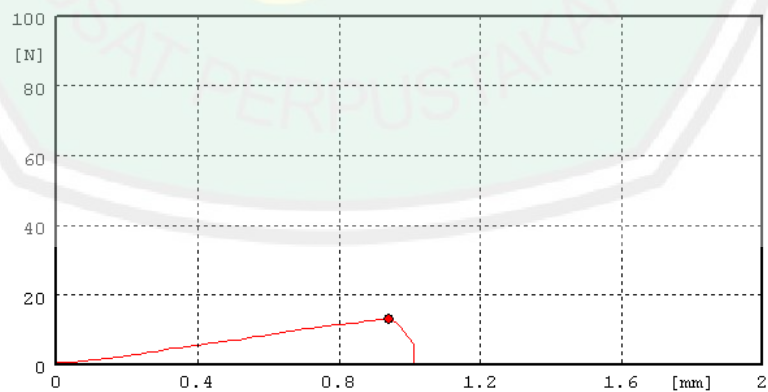


5. Lampiran nilai kuat tarik dan elongasi film

5.1 Hasil uji kuat tarik dan elongasi film gelatin dan sukrosa 0%

Lot name GA 0% 1 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:06:23 AM
 Grade name 100817 T.Speed 100 mm/min P2 10 % Lot No. 79
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N?cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		1.68	1.35	329.5	4.8	1.6	4.8	0.63	2.1	6.9	0.4
Ave.		1.68	1.35	329.5	4.8	1.6	4.8	0.63	2.1	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



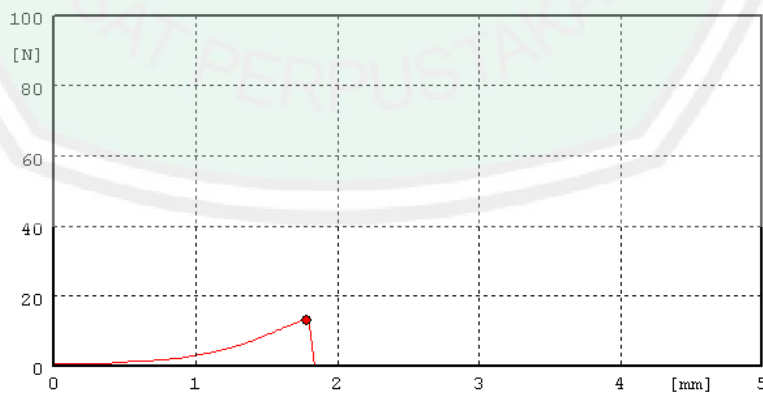
Lot name GA 0% II L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:13:51 AM
 Grade name 100817 T.Speed 100 mm/min P2 10 % Lot No. 80
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N*cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		6.43	0.39	0.0	0.0	0.0	1.4	0.06	0.0	6.9	0.4
Ave.		6.43	0.39	0.0	0.0	0.0	1.4	0.06	0.0	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



Lot name GA 0% III L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:17:41 AM
 Grade name 100817 T.Speed 100 mm/min P2 10 % Lot No. 81
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N*cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		3.07	1.34	326.1	4.7	3.0	4.7	0.72	0.0	6.9	0.4
Ave.		3.07	1.34	326.1	4.7	3.0	4.7	0.72	0.0	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



5.2 Hasil uji kuat tarik dan elongasi film gelatin dan sukrosa 20%

Lot name GA 20%1 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:09:19 AM
 Grade name 260917 T.Speed 50 mm/min P2 10 % Lot No. 82
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N?cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	6.9	0.4
Ave.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



Lot name GA 20%2 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:35:19 AM
 Grade name 260917 T.Speed 10 mm/min P2 10 % Lot No. 83
 Sample Shape
 Operator Erfan

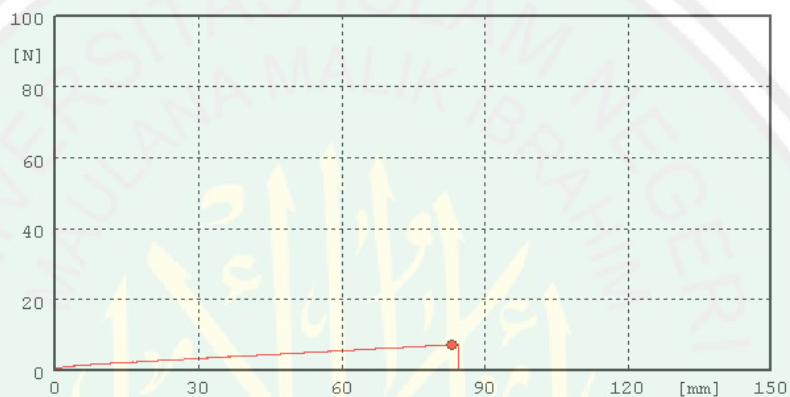
Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N?cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	6.9	0.4
Ave.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



5.3 Hasil uji kuat tarik dan elongasi film gelatin dan sukrosa 30%

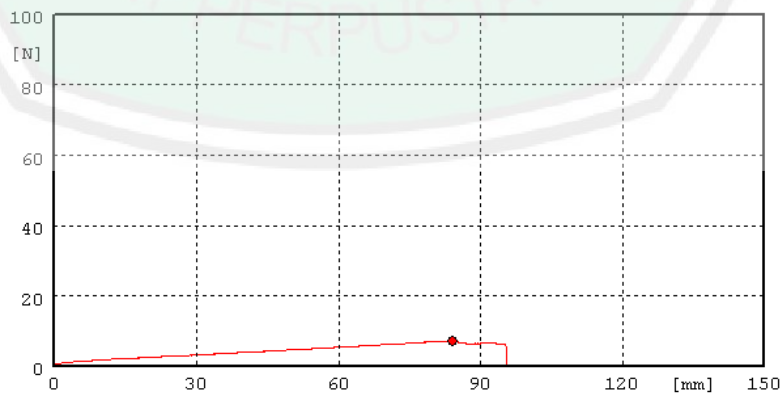
Lot name GA 30% 1 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:22:29 AM
 Grade name 010817 T.Speed 10 mm/min P2 10 % Lot No. 63
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N?cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		140.82	0.74	0.0	2.6	138.4	2.6	34.39	2.2	6.9	0.4
Ave.		140.82	0.74	0.0	2.6	138.4	2.6	34.39	2.2	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



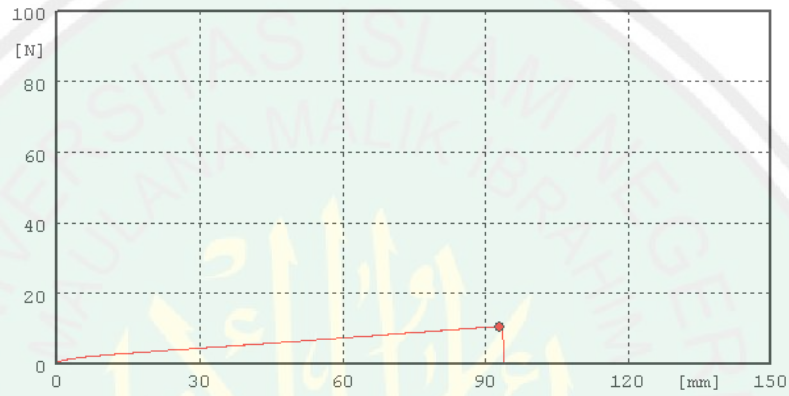
Lot name GA 30% 2 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:29:47 AM
 Grade name 010817 T.Speed 100 mm/min P2 10 % Lot No. 64
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N?cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		159.05	0.74	0.0	2.6	139.9	2.6	33.78	0.0	6.9	0.4
Ave.		159.05	0.74	0.0	2.6	139.9	2.6	33.78	0.0	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



Lot name GA 30% 3 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:34:25 AM
 Grade name 010817 T.Speed 100 mm/min P2 10 % Lot No. 65
 Sample Shape
 Operator Erfan

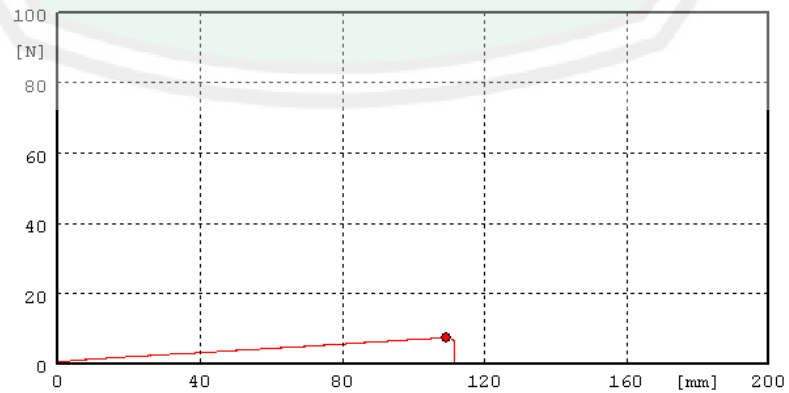
Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N/cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		156.20	1.09	2.2	3.9	154.7	3.9	55.13	1.5	6.9	0.4
Ave.		156.20	1.09	2.2	3.9	154.7	3.9	55.13	1.5	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



5.4 Hasil uji kuat tarik dan elongasi film gelatin dan sukrosa 40%

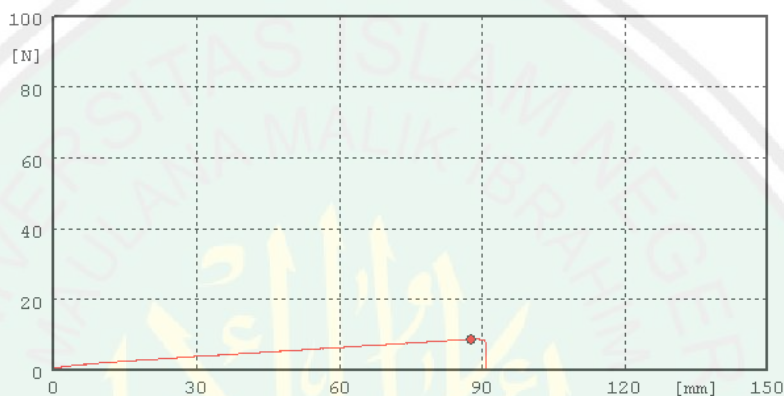
Lot name GA 40% 1 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:40:30 AM
 Grade name 010817 T.Speed 100 mm/min P2 10 % Lot No. 66
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N/cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		185.98	0.76	0.0	2.7	181.7	2.7	44.77	0.9	6.9	0.4
Ave.		185.98	0.76	0.0	2.7	181.7	2.7	44.77	0.9	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



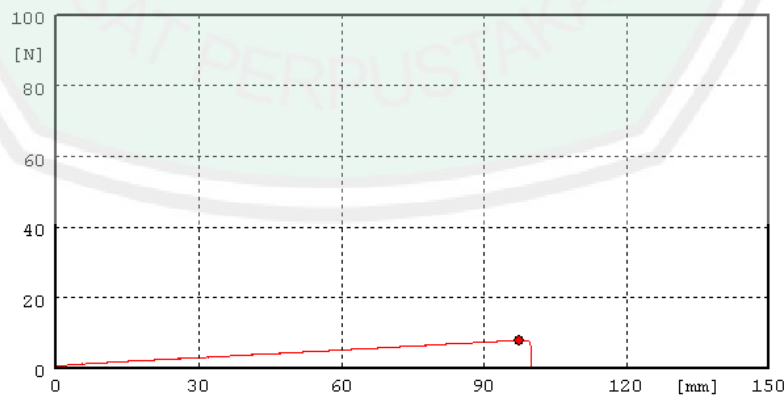
Lot name GA 40% 2 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:47:20 AM
 Grade name 010817 T.Speed 100 mm/min P2 10 % Lot No. 67
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N*cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		151.52	0.89	0.0	3.2	145.9	3.2	43.18	1.2	6.9	0.4
Ave.		151.52	0.89	0.0	3.2	145.9	3.2	43.18	1.2	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



Lot name GA 40% 3 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:52:17 AM
 Grade name 010817 T.Speed 100 mm/min P2 10 % Lot No. 68
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N*cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		166.37	0.81	0.0	2.9	162.2	2.9	41.32	1.1	6.9	0.4
Ave.		166.37	0.81	0.0	2.9	162.2	2.9	41.32	1.1	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



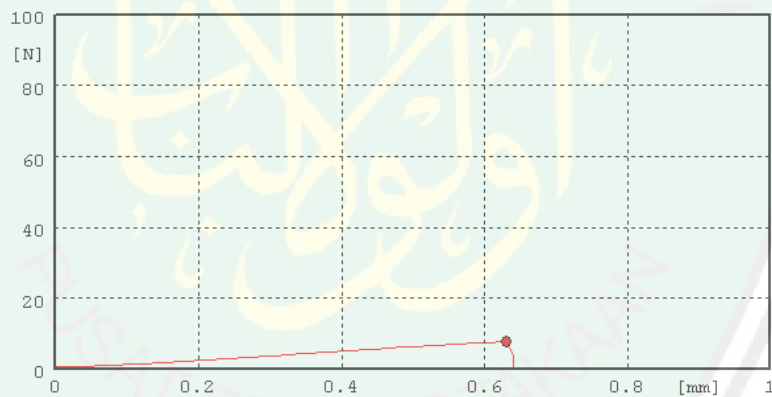
5.5 Hasil uji kuat tarik dan elongasi film gelatin dan sukrosa 50%

Pada konsentrasi penambahan sukrosa 50% tidak didapatkan nilai kuat tarik dan elongasi film dikarenakan film terlalu lengket dan tidak dapat dilakukan pengujian.

5.6 Hasil uji kuat tarik dan elongasi film gelatin sapi tanpa penambahan sukrosa

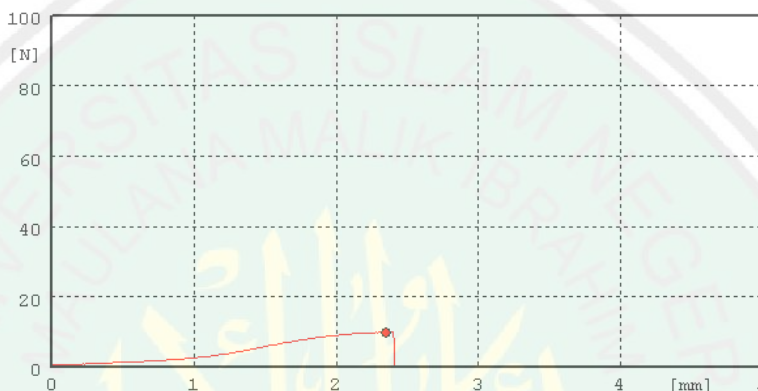
Lot name GS 0%1 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:45:23 AM
 Grade name 260917 T.Speed 10 mm/min P2 10 % Lot No. 84
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elong %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elong %	Max. Stress MPa	Max. Energy N*cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		1.07	0.80	0.0	0.0	0.0	2.8	0.25	1.5	6.9	0.4
Ave.		1.07	0.80	0.0	0.0	0.0	2.8	0.25	1.5	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



Lot name GS 0%2 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 12:54:17 AM
 Grade name 260917 T.Speed 10 mm/min P2 10 % Lot No. 85
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elon %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elon %	Max. Stress MPa	Max. Energy N?cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		4.02	1.01	0.0	3.6	3.9	3.6	1.02	2.6	6.9	0.4
Ave.		4.02	1.01	0.0	3.6	3.9	3.6	1.02	2.6	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0



Lot name GS 0%3 L.range 100 N P1 5 % 03/11/2010 1:00:46 AM
 Grade name 260917 T.Speed 10 mm/min P2 10 % Lot No. 86
 Sample Shape
 Operator Erfan

Sample No.	J	Break Elon %	Max. Force kgf	Modu. MPa	Yield Stress MPa	Yield Elon %	Max. Stress MPa	Max. Energy N?cm	Break Stress MPa	Width mm	Thick mm
1		3.97	1.23	151.0	4.4	3.9	4.4	1.75	4.4	6.9	0.4
Ave.		3.97	1.23	151.0	4.4	3.9	4.4	1.75	4.4	6.9	0.4
Std dev.		0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0

