



REVIEW LITERATUR :
**KARAKTERISTIK EDIBLE FILM BERBAHAN DASAR GELATIN KULIT IKAN YANG
BERBEDA DENGAN PENAMBAHAN PEKTIN**

SKRIPSI

Oleh:
NANDA GLORY KRISTALIA
NIM. 165080300111039



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020



REVIEW LITERATUR :
KARAKTERISTIK EDIBLE FILM BERBAHAN DASAR GELATIN KULIT IKAN YANG BERBEDA DENGAN PENAMBAHAN PEKTIN

SKRIPSI

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

Oleh:

**NANDA GLORY KRISTALIA
NIM. 165080300111039**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020**



SKRIPSI

REVIEW LITERATUR :

KARAKTERISTIK EDIBLE FILM BERBAHAN DASAR GELATIN KULIT IKAN YANG BERBEDA DENGAN PENAMBAHAN PEKTIN

Oleh:

NANDA GLORY KRISTALIA

NIM. 1650803001110139

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP



Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP.

NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal: 7/27/2020

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes

NIP. 19611022 1998802 2 001

Tanggal: 7/27/2020



ABSTRAK

Edible film merupakan lapisan tipis yang digunakan sebagai pelindung bahan makanan yang memiliki massa kelembaban dan oksigen serta melindungi makanan dari kerusakan fisik, kimia dan mikrobiologi. *Edible film* dapat dibentuk dari beberapa jenis protein salah satunya gelatin. Pemanfaatan gelatin sebagai *edible film* khususnya dengan bahan dasar ikan masih terus dikembangkan. *Edible film* dari gelatin kulit ikan air tawar dan pektin diharapkan dapat meningkatkan sifat-sifat gelatin selain gelatin dengan bahan baku hewan darat. Gelatin memiliki sifat daya cerna yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan menjadi lapisan *film*. Pektin merupakan salah satu karbohidrat kelompok hidrokoloid yang dapat membentuk gel dan mempunyai *sifat rekat terhadap cetakan dan tembus pandang, sehingga berpotensi sebagai edible film*. Sumber pektin yang digunakan dari berbagai jenis tumbuhan seperti kulit jeruk, minyak apel dan kulit pisang. Tujuan dari studi literatur ini adalah mengetahui karakteristik sifat-sifat *edible film* yang dihasilkan dari gelatin ikan dengan sumber pektin yang berbeda, meliputi ketebalan, kuat tarik, elongasi, kadar air, transparansi dan laju transmisi uap air.

Kata kunci: *Edible film*, limbah kulit, gelatin, pektin, edible film pektin.



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengemas merupakan hal penting yang diperlukan pada suatu produk makanan. Selain untuk melindungi produk dari kontaminasi lingkungan, juga dapat memberikan tampilan yang menarik. Bahan yang digunakan sebagai kemasan pangan (*food grade*), diperlukan persyaratan kemasan yaitu tidak terdapat kontaminasi dengan produk yang dikemas sehingga aman jika difungsikan bagi kesehatan manusia dan aman bagi lingkungan. Upaya untuk menggantikan penggunaan plastik sebagai kemasan pangan adalah *edible film*. *Edible film* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk langsung di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut), dan atau sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan atau untuk meningkatkan penanganan makanan. *Edible film* merupakan lapisan tipis dengan ketebalan $\pm 0,3$ mm yang mampu melapisi bahan atau produk pangan, dapat dimakan bersama produk dan berfungsi untuk memperpanjang masa simpan produk pangan. *Edible film* ini langsung menyatu dengan makanan dan mudah terurai mikroorganisme. Komponen *edible film* terbagi menjadi 3 kategori yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit. Kelompok hidrokoloid meliputi protein, alginat, pektin, pati, derivat selulosa, dan polisakarida lain (Warkoyo et al., 2014). *Edible film* harus mempunyai sifat-sifat yang sama dengan *film* kemasan plastik, yaitu harus memiliki sifat fisik yakni ketahanan tarik yang kecil, nilai elongasi yang besar, sifat mekanik yaitu nilai laju transmisi oksigen yang kecil dan transmisi laju uap air yang kecil sehingga dapat dikatakan jika *edible film* memiliki kualitas yang baik (Dwimayasanti, 2016). Selain sifat-sifat fisik tersebut, kemampuan *edible film* untuk menahan air sehingga dapat mencegah produk kehilangan kelembaban, memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu, mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan warna, pigmen alami dan gizi, serta menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet, dan penambah aroma yang memperbaiki mutu bahan pangan juga diperlukan oleh *edible film* untuk menjadi pengemas makanan. Ditambahkan oleh Nasution (2019), beberapa keuntungan dari penggunaan *edible film* adalah dapat dimakan, biaya umumnya rendah, kegunaannya dapat mengurangi limbah, mampu meningkatkan sifat organoleptik dan mekanik pada makanan dan mampu menambah nilai nutrisi, dapat berfungsi sebagai *carrier*/zat pembawa untuk senyawa antimikroba dan antioksidan, dan dapat digunakan sebagai kemasan primer makanan.

Gelatin merupakan protein yang larut akibat proses hidrolisis kolagen dan bersifat *gelling agent* (bahan pembuat gel). Gelatin memiliki beberapa fungsi yang berbeda,



seperti kapasitas mengikat air, pembentuk film, kemampuan pengemulsi dan membuat busa, membuatnya menjadi bahan serbaguna dalam makanan, farmasi, fotografi dan industri kosmetik (Gomez, 2011). Bahan baku gelatin pada umumnya terbuat dari bahan kulit hewan sapi dan babi. Di Indonesia, produk babi adalah non-halal, sedangkan bahan dari hewan darat seperti sapi dikenal memiliki penyakit sapi gila yang berdampak tidak baik untuk kesehatan. Oleh sebab itu diperlukan alternatif lain untuk menggantikan sapi dan babi sebagai bahan pembuatan gelatin yakni dari pemanfaatan limbah ikan. Gelatin yang terbuat dari bahan baku ikan diproses dengan perendaman menggunakan larutan asam, basa dan enzim. Penggunaan larutan asam dalam pembuatan gelatin relatif membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan larutan basa. Suhu ekstraksi sangat memegang peranan penting dalam ekstraksi gelatin. Suhu minimum dalam proses ekstraksi berkisar 40 - 50°C dan suhu maksimum hingga 100°C. Pada penggunaan dalam bahan pangan, kekuatan gel, viskositas dan titik leleh merupakan sifat khas gelatin yang sangat penting. Sifat fisik, kimia, dan fungsional gelatin merupakan sifat yang sangat penting dalam menentukan mutu gelatin. Sifat yang dapat dijadikan parameter dalam menentukan mutu gelatin antara lain adalah kekuatan gel, viskositas, dan rendemen (Saleh, 2011). Penggunaan gelatin kulit ikan sebagai bahan edible film tentunya banyak kelebihan dan kekurangan. Kelebihan gelatin kulit ikan sebagai bahan pembuatan edible film adalah kemampuan gelatin yang memiliki rantai polipeptida pada larutan dan bersifat fleksibel, edible film yang kuat dan kedap udara terhadap O₂ (Suput et al., 2015).

Pektin digunakan secara luas sebagai komponen fungsional pada industri makanan karena kemampuannya membentuk gel encer dan menstabilkan protein. Menurut Rofikah et al., (2014), pektin juga dapat membuat lapisan yang sangat baik yaitu sebagai bahan pengisi dalam industri pangan sebagai *biodegradable* film. Kegunaan edible film dengan penambahan pektin sebagai pengemas makanan diharapkan mampu menggantikan plastik sintesis Polipropilen (PP). Ditambahkan oleh Tuhuloula et al., (2013) bahwa pektin merupakan senyawa polisakarida dengan bobot molekul tinggi, pektin digunakan sebagai pembentuk gel dan pengental dalam berbagai produk pangan. Umumnya pemisahan senyawa pektin dari jaringan tanaman atau sumbernya dilakukan dengan proses ekstraksi. Pektin dapat larut dalam beberapa macam pelarut seperti air, beberapa senyawa organik, senyawa alkalis dan asam. Dalam ekstraksi pektin terjadi perubahan senyawa pektin yang disebabkan oleh proses hidrolisis protopektin. Proses tersebut menyebabkan protopektin berubah menjadi pektinat (pektin) dengan adanya pemanasan dalam asam pada suhu dan lama ekstraksi tertentu. Apabila proses hidrolisis dilanjutkan senyawa pektin akan berubah menjadi asam pektat.

Pemanfaatan pektin sangat cocok untuk diaplikasikan dalam pembuatan edible film karena selain sifat pektin yang mampu membentuk gel, pektin juga termasuk kedalam



golongan polisakarida yang merupakan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan edible film. Oleh sebab itu, review literatur ini bertujuan untuk melihat karakteristik edible film berbasis gelatin kulit ikan yang berbeda dengan penambahan pektin.

1.2. Tujuan

Tujuan dilakukannya review artikel ini antara lain yaitu untuk membandingkan karakteristik edible film berbahan dasar gelatin dari kulit ikan yang berbeda dengan penambahan pektin.



2. METODE REVIEW

2.1 Metode Pencarian Data

Pada penulisan *review* literatur ini, pencarian data dilakukan dengan menggunakan *search engine* Google Cendekia jurnal nasional serta *Science Direct*, *Elsevier* untuk jurnal internasional. Pencarian sumber data menggunakan kata kunci “fish gelatin, *edible film* gelatin, *edible film fish gelatin with pectin*, *characterization edible film gelatin*, *edible film gelatin and application*”. Setelah didapatkan berbagai referensi jurnal, kemudian dilakukan pemilihan dimana jurnal yang digunakan minimal tahun 2010 dan jurnal diurutkan berdasarkan tahun terbitnya. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap abstrak pada jurnal dimana pembahasan yang tidak terlalu relevan dengan pembahasan tentang *edible film* yang ditambahkan pektin untuk mengetahui karakteristiknya, diganti dengan mencari jurnal baru yang lebih relevan. Sehingga jurnal yang didapatkan keseluruhan memenuhi kriteria minimal jurnal yang akan digunakan dengan proporsi 60% untuk jurnal internasional dan 40% untuk jurnal nasional. Metode analisis yang digunakan pada *review* literatur menggunakan metode deskriptif, dengan mengumpulkan informasi berupa data yang relevan dengan topik tanpa adanya manipulasi dengan penelitian eksperimen. Metode analisis secara deskriptif dilakukan dengan mendeskripsikan penelitian yang sudah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya sehingga diharapkan dapat mengidentifikasi permasalahan dengan baik.

2.2 Sumber studi yang digunakan

Sumber studi *review* yang digunakan sebanyak 39 buah jurnal dengan rincian 27 jurnal internasional dan 12 jurnal nasional, dengan kebaruan jurnal yang digunakan minimal terbit pada tahun 2010.



3. HASIL REVIEW

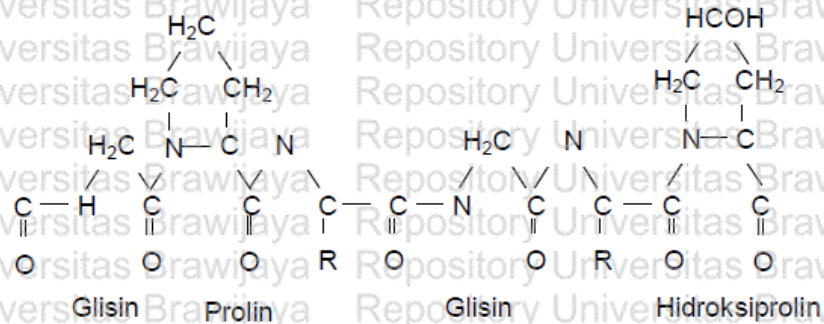
3.1 Gelatin

Gelatin merupakan hasil proses hidrolisis parsial kolagen yang banyak ditemukan pada kulit, tulang dan jaringan otot hewan. Protein pada kulit ikan dapat dibagi dalam dua golongan besar, yaitu protein yang tergolong serat protein meliputi kolagen, keratin, dan elastin serta protein yang tergolong *globular* protein meliputi albumin dan globulin. Pengertian protein itu sendiri adalah heteropolimer lebih dari seratus asam amino (monomer) yang dihubungkan oleh ikatan peptide, dimana masing-masing asam amino ini mengandung karbon pusat atau utama yang terikat pada hidrogen, gugus karboksil, gugus amino, dan gugus-R. Struktur protein ini sendiri dikategorikan menjadi empat: primer (susunan linear asam amino oleh ikatan kovalen), sekunder (asam amino terlipat membentuk bentuk heliks atau lembaran oleh ikatan hidrogen), tersier (struktur tiga dimensi sebagai hasil ikatan hidrogen, interaksi dipol-dipol, ikatan kovalen atau ikatan ionik), dan kuaterner (mengikat banyak polipeptida untuk membuat makromolekul besar dengan ikatan non-kovalen). Perbedaan mendasar antara protein dan polisakarida adalah bahwa protein adalah heteropolimer yang terdiri dari lebih dari 20 asam amino, sedangkan polisakarida kebanyakan homopolimer yang terdiri dari monomer, salah satunya adalah glukosa. Sifat mekanik edible film berbahan protein lebih baik daripada polisakarida karena strukturnya yang unik. Namun, permeabilitas uap air dari edible film berbahan protein lebih tinggi dan kekuatan mekanik rendah jika dibandingkan dengan polimer sintesis. Protein dibedakan menjadi dua yakni berserat dan globular. Jenis pertama, yakni protein berserat (protein kolagen dan ikan myofibrillar) memiliki sifat umumnya larut dalam air, sedangkan jenis protein globular (protein kedelai, albumin telur dan gandum gliadin) adalah sifatnya larut dalam air, dan harus didenaturasi sebelum pembentukan edible film. Bahan baku gelatin yang digunakan adalah protein yang tergolong serat yakni kolagen. Kandungan kolagen pada ikan bertulang keras sekitar 15-17%, seperti ikan kakap merah, ikan tuna, dan ikan nila (Wulandari et al., 2013) Pada umumnya gelatin banyak dijumpai dengan bahan baku sapi maupun babi. Oleh sebab itu perlu dikembangkan gelatin dari sumber hewan lain sebagai bahan baku gelatin yang berasal dari kulit ikan.

Gelatin menurut Saleh et al., (2014) merupakan protein murni yang ditambahkan pada bahan makanan yang diperoleh dari kolagen yang didenaturasi secara panas. Protein merupakan zat bermolekul dalam sel makhluk hidup. Suhu titik leleh gelatin adalah 35°C (suhu tubuh manusia) dan jika didinginkan akan membentuk gel. Jika dipanaskan pada suhu 71°C, gelatin akan larut karena pecahnya agregat molekul dan



cairan yang tadinya bebas menjadi terperangkap sehingga larutan menjadi kental. Jumlah gelatin yang dibutuhkan untuk menghasilkan gel yang diinginkan berkisar antara 5-12% tergantung dari kekerasan produk akhir yang diinginkan. Gelatin menurut Hidayat et al., (2016) adalah derivat protein dari serat kolagen yang ada pada kulit, tulang dan tulang rawan. Struktur gelatin tersusun atas asam amino dimana glisin sebagai asam amino utama dan merupakan 2/3 dari seluruh asam amino yang menyusunnya, 1/3 asam amino yang tersisa diisi oleh prolin dan hidroksiprolin. Pada **Gambar 1** dapat dilihat susunan asam amino gelatin berupa Gly-X-Y dimana X adalah asam amino prolin dan Y adalah amino hidroksiprolin. Gelatin adalah produk yang diperoleh melalui aktivitas asam, basa atau enzimatis dari kolagen. Kolagen merupakan komponen protein utama dari kulit, tulang, dan jaringan ikat hewan, termasuk ikan dan unggas.



Gambar 1. Struktur kimia gelatin.
 Figure 1. Chemical structure of gelatine.

Pada Gambar 2 menurut Hassan et al., (2012) komposisi asam amino pada gelatin secara umum mengandung kadar asam glutamate, glisin, alanin dan arginin yang cukup tinggi. Pada asam amino prolin dan hidroksiprolin menunjukkan nilai yang cukup rendah.

Amino acids composition in gelatin sample.

Amino acids	Residues/100 residues
Aspartic acid	6.20
Glutamic acid	11.61
Serine	4.21
Histidine	0.67
Glycine	21.08
Threonine	4.24
Arginine	7.36
Alanine	16.63
Tyrosine	0.32
Valine	3.12
Methionine	2.06
Phenylalanine	2.12
Isoleucine	1.46
Leucine	2.74
Lysine	4.43
Hydroxyproline	5.94
Proline	5.72



Gelatin diproduksi oleh proses hidrolisis kolagen. Kolagen adalah protein berserat yang ditemukan di vertebrata dan invertebrata. Kolagen dapat diekstraksi dari sumber mamalia (kulit babi atau kulit sapi) dan limbah ikan. Kolagen dapat ditemukan di kulit, tulang, tendon, sistem pembuluh darah dan jaringan ikat hewan. Selain itu juga dapat ditemukan pada kulit kerang, kulit ikan, kerak dan tulang.. Pada industri daging, edible film gelatin digunakan terlebih dahulu sebelum daging diproses lanjut. Hal ini dikarenakan ketika dipanaskan, edible film tersebut mampu melindungi produk daging. Kolagen yang ditemukan pada kulit binatang, tendon, tulang dan jaringan ikat, diolah terlebih dahulu dengan larutan asam / basa, dan selanjutnya dipanaskan hingga 40°C kemudian menghasilkan gelatin. Perbedaan jenis larutan pengekstrak gelatin dapat dibedakan menjadi asam dan basa. Pada larutan asam, gelatin yang dihasilkan disebut sebagai TYPE-A, dan larutan basa disebut sebagai gelatin TYPE-B. Secara konvensional, kapur dan hidrogen klorida atau natrium hidroksida digunakan untuk memproduksi masing-masing gelatin TYPE-A atau TYPE-B. ciri-ciri gelatin murni dan kering bersifat transparan, tidak berasa, rapuh, tidak berbau dan padat seperti kaca, dengan warna kuning pekat hingga kuning tua. Proses pembuatan gelatin secara singkat adalah yang pertama, gelatin dilarutkan dalam air panas. Larutan yang terdispersi diratakan di atas plat atau baki untuk pembentukan gelatin. Proses selanjutnya, cairan tersebut dikeringkan dalam oven untuk mendapatkan edible film yang dapat dimakan. Edible film berbasis gelatin memiliki ketebalan film yang lebih tinggi dan meningkatkan sifat mekanik, tetapi permeabilitas uap air menurun. Hidrolisis kolagen menjadi gelatin dapat dilakukan secara kimia dengan perlakuan asam (gelatin tipe A) atau basa (gelatin tipe B) dan secara enzimatis dengan bantuan enzim kolagenase. Pembuatan gelatin dengan asam atau basa akan menyebabkan pemotongan ikatan silang protein, kemudian strukturnya terputus dan potongannya tersebut akan larut dalam air, inilah yang disebut gelatin. Pada umumnya gelatin yang berasal dari kulit ikan diperoleh dengan perlakuan asam karena ikatan silang kolagen pada kulit ikan lebih lunak sehingga menggunakan asam encer sudah cukup untuk memutus ikatan tersebut. Perendaman bahan baku dapat dilakukan menggunakan asam klorida 2-6% selama 24-72 jam pada suhu kamar (GMIA, 2012)

3.1.1 Bahan pembuatan gelatin

Pemanfaatan limbah ikan sebagai bahan baku gelatin diharapkan mampu memiliki karakteristik yang menyerupai gelatin komersial dari hewan darat. Pada tahap memperoleh gelatin, proses perebusan untuk penghilangan lemak dan kotoran lain (*degreasing*), penghilangan mineral (*demineralisasi*) dan proses ekstraksi merupakan proses yang penting untuk selanjutnya diperoleh gelatin. Gelatin dari ikan menunjukkan sifat *gelling* yang baik hampir menyerupai gelatin dari sapi atau babi dan sudah sering



digunakan dalam industri makanan dan farmasi. Sifat gelatin yang dihasilkan bergantung pada jenis ikan, dan proses ekstraksi gelatin tersebut (Oktaviani, 2017)

Menurut Trilaksani et al., (2012) bahan baku gelatin terdiri dari kulit sapi 28,7%, kulit babi 41,4%, serta kontribusi tulang sapi sebesar 29,8%, dan sisanya dari ikan. Produksi gelatin dari bahan baku kulit babi 41%, kulit sapi 28,6%, tulang 30% dan porsi lainnya 0,4%. Jumlah gelatin yang dibutuhkan untuk menghasilkan gel yang diinginkan berkisar antara 5-12% tergantung dari kekerasan produk akhir yang diinginkan. Potensi pemanfaatan tulang ikan dan cakar ayam sebagai bahan baku pembuatan gelatin didukung dengan data statistik tahun 2014 dari Dinas Perikanan Jawa Tengah menunjukkan bahwa tingkat konsumsi ikan bandeng sebesar 50.916.960 ton. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi tulang ikan bandeng cukup tinggi. Dengan angka konsumsi ikan yang tinggi yang disebutkan oleh data, maka limbah ikan juga banyak untuk diolah menjadi gelatin yang selanjutnya dimanfaatkan menjadi *edible film*.

Pemanfaatan beberapa jenis ikan untuk dimanfaatkan protein kolagennya dan diolah menjadi gelatin telah banyak dilakukan, beberapa jenis ikan tersebut diantaranya adalah dari kulit ikan patin, ikan kakap merah, ikan cucut, dan teripang (Hidayat et al., 2016). Tingginya jumlah ikan dan hewan laut lain yang kurang dimanfaatkan akan menyebabkan limbah kulit dan tulang yang dihasilkan tinggi, sehingga banyak ditemukan rendemen limbah ikan dan hewan laut yang tidak dimanfaatkan sehingga dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah lebih lanjut.

3.1.2 Proses pembuatan gelatin

Perubahan kolagen menjadi gelatin merupakan perubahan bentuk pokok yang terjadi dalam pembuatan gelatin. Ekstraksi gelatin dapat dilakukan melalui proses asam atau basa. Apabila dilakukan dengan proses asam, akan dihasilkan gelatin tipe A dengan titik iso elektrik antara pH 7 sampai 9 dan apabila dilakukan dengan basa akan dihasilkan gelatin tipe B dengan titik iso elektrik antara pH 4,8 sampai 5,2 (Mulyani et al., 2013). Pada permukaan pembentukan gel akan terjadi peningkatan kekentalan sampai gel terbentuk. Kekakuan gel gelatin meningkat seiring dengan kematangan gel. Dalam mencapai kematangan gel diperkirakan membutuhkan waktu sekitar 18 jam. Pada prinsipnya proses pembuatan gelatin dapat dibagi menjadi dua macam yaitu proses asam dan proses basa. Perbedaan kedua proses ini terletak pada proses perendamannya. Berdasarkan kekuatan ikatan kovalen silang protein dan jenis bahan yang diekstrak, maka penerapan jenis asam maupun basa organik dan metoda ekstraksi lainnya seperti lama hidrolisis, pH dan suhu akan berbeda-beda. Asam mampu mengubah serat kolagen triple heliks menjadi rantai tunggal, sedangkan larutan perendam basa hanya mampu menghasilkan rantai ganda.



Hal ini menyebabkan pada waktu yang sama jumlah kolagen yang dihidrolisis oleh larutan asam lebih banyak dari pada larutan basa.

Proses pembuatan gelatin secara umum dilakukan dengan tiga tahapan yakni, perlakuan awal bahan baku, ekstraksi untuk mengkonversi kolagen menjadi gelatin dan yang terakhir adalah pemurnian gelatin. Pada pembuatan gelatin menurut Finarti et al., (2018), dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya proses *degreasing* yaitu menghilangkan sisa daging dan lemak yang menempel pada kulit ikan nila dengan merendam kulit dengan pelarut asam lalu dilanjutkan *demineralisasi* yaitu menghilangkan garam kalsium dan garam lainnya dalam kulit selain itu menghilangkan protei selain protein kolagen pada kulit ikan, sehingga diperoleh kulit yang sudah lumer disebut *ossein*. Proses selanjutnya dilakukan ekstraksi untuk mendapatkan gelatin basah dan yang terakhir adalah pengeringan untuk mendapat produk akhir dari gelatin. Pelarut asam yang digunakan adalah asam kuat HCl karena dalam waktu yang bersamaan asam mampu mengubah serat kolagen triple heliks menjadi rantai tunggal sedangkan pelarut basa hanya menghasilkan rantai ganda, sehingga kolagen yang dihidrolisis akan lebih banyak dengan pelarut asam dengan waktu yang relatif lebih singkat.

Proses pembuatan gelatin lainnya dari bahan kulit ikan menurut Suryanti et al., (2016), dilakukan dengan menghilangkan lemak (*degreasing*) dengan merendam kulit ikan nila pada air hangat bersuhu 60-70°C selama 10 detik. Kulit ikan kemudian dipotong-potong dengan ukuran 4 x 4 cm. Kemudian setelah itu dilakukan proses demineralisasi dengan merendam kulit ikan nila pada larutan asam sitrat atau asam asetat dengan konsentrasi 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 atau 0.25M dengan perbandingan 1:8 (b/v) selama 1,2,3,4 atau 5 jam. Pencucian dengan air bersih hingga pH mendekati netral dan pengecilan ukuran kulit dengan alat *homogenizer* selama 10 detik. Setelah tu dilakukan proses ekstraksi menggunakan akuades dengan rasio 1:3 (b/v) pada suhu 80 °C selama 3 jam diikuti dengan filtrasi kemudian gelatin dikeringkan dengan suhu 21-25°C selama 72-96 jam hingga diperoleh bubuk gelatin.

Proses pembuatan gelatin menurut Oktaviani et al., (2017) pertama-tama kulit ikan patin direndam dalam air dingin dan diaduk dengan stirrer untuk menghilangkan lemak dan sisa daging yang menempel pada kulit. Kemudian kulit ikan dicuci hingga bersih dan dipotong-potong berukuran 2x2 cm untuk memperluas permukaan kulit. Setelah itu kulit ikan pating ditimbang sebanyak 160 g dan ditambahkan larutan asam sulfat pH 3 (perbandingan kulit:pelarut adalah 1:6). pH larutan dijaga agar tetap 3 dengan menambahkan asam sulfat secara berkala. Proses hidrolisis ini dilakukan selama 12 jam. Setelah 12 jam, kulit ikan dicuci dengan air sampai didapatkan pH kulit ikan netral. Selanjutnya dilakukan ekstraksi dengan larutan aquades pada suhu 60°C selama 10 jam.



Lalu dituang dalam wadah dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 55°C untuk didapatkan gelatin.

3.1.3 Sifat gelatin dan mekanisme

Sifat-sifat fungsional gelatin dapat ditentukan oleh asam amino kolagen penyusun molekul gelatin tersebut. Gelatin berupa lembaran, kepingan atau potongan atau serbuk kasar sampai halus, kuning lemah atau coklat terang, warna bervariasi tergantung ukuran partikel. Gelatin memiliki susunan asam amino yang mirip dengan kolagen, yakni 2/3 asam amino penyusunnya didominasi oleh glisin. Sementara, 1/3 asam amino yang tersisa disusun oleh prolin dan hidroksiprolin. Kemudian Oktaviani (2017) menambahkan, pada gelatin, asam amino saling terikat melalui ikatan peptida. Mutu gelatin yang biasa digunakan dalam produk pangan komersial (food grade) mengandung 8–12% air dan kurang dari 2% abu, selebihnya adalah protein (gelatin) (Trilaksani, 2012).

Gelatin memiliki kisaran distribusi berat molekul yang luas terdiri dari komponen sub unit α , β dan γ yang luas. Sub unit α memiliki jenis asam amino yang berbeda sehingga mempengaruhi sifat fungsional gelatin (Suryanti et al., 2017). Gelatin dengan berat molekul besar memiliki sub unit α yang lebih banyak dapat menghasilkan sifat fungsional salah satunya seperti kekuatan gel yang lebih besar. Hasil rendemen gelatin dapat juga dipengaruhi oleh variasi asam amino pada tiap ikan yang berbeda. Hal ini disebutkan oleh Irvan et al., (2019) bergantung pada perbedaan komposisi kulit, kadar kolagen dan jumlah komponen larut dalam kulit, karena sifat ini bervariasi dengan spesies dan umur ikan, serta variasi metode ekstraksi. Sifat gelatin yang cukup penting lainnya untuk dijadikan parameter perlakuan terbaik adalah sifat *gel strength*. Hal ini dikarenakan kemampuan gelatin dalam mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah sol menjadi gel. Gelatin memiliki karakter yang unik selain kemampuan untuk berbalik bentuk dari sol menjadi gel, bersifat amfoter, mengembang dalam air dingin, membentuk lapisan film, kekentalan dapat diatur, dan menjaga sifat koloid

3.2 Edible film

Plastik merupakan suatu benda yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan masyarakat sehari-hari. Sampah plastik tergolong dalam sampah non organik yang sangat berbahaya bagi lingkungan karena membutuhkan waktu dan proses yang lama yaitu 1.000 tahun untuk dapat diuraikan secara alami di tanah dan 450 tahun untuk terurai di air. Penggunaan plastik ini banyak digunakan untuk kemasan pada bahan pangan dan masih bersifat *nonbiodegradable*. *Edible film* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan



atau sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan untuk meningkatkan penanganan makanan. Penggunaan *edible film* untuk pengemasan produk-produk pangan seperti sosis, buah-buahan dan sayuran segar dapat memperlambat penurunan mutu, karena *edible film* dapat berfungsi sebagai penahan difusi gas oksigen, karbondioksida dan uap air serta komponen flavor, sehingga mampu menciptakan kondisi atmosfer internal yang sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas (Sinaga et al., 2013). *Edible film* merupakan lapisan tipis yang dapat dimakan dan terbuat dari bahan pangan yang bertujuan untuk menghambat perpindahan uap air, oksigen, karbondioksida, aroma dan lipid pada bahan pangan (Nurdiani et al., 2019). *Edible film* mampu melapisi bahan atau produk pangan, dapat ikut dimakan bersama produk dan memperpanjang masa simpan bahan pangan itu sendiri. Bahan penyusun utama *edible film* salah satunya dari protein yaitu gelatin, khususnya protein kolagen. Kelebihan *edible film* berbahan dasar gelatin kulit ikan adalah mudah didapatkan karena pemanfaatan limbah ikan yang kurang maksimal dapat diolah menjadi gelatin untuk bahan dasar *edible film*. Selain itu, menurut Julianto et al., (2011) menambahkan jika *edible film* berbahan dasar gelatin mampu membentuk film yang transparan dan kuat, serta mempunyai sifat daya cerna yang tinggi.

Robertson (2012) menambahkan bahwa bahan baku pembuatan *edible film* *biodegradable* dan murah dengan teknologi sederhana. Kualitas *edible film* ditentukan oleh ketebalan, *tensile strength*, *elongation*. *Tensile strength* adalah tingkat kekuatan maksimal film sebelum putus. *Elongasi* adalah tingkat maksimal dimana film dapat direntangkan). Aplikasi *edible film* dalam dunia pangan adalah sebagai barrier, kemasan primer produk pangan, bahan pelapis dan bahan pengikat Pengembangan *edible film* sebagai bahan pelapis maupun sebagai pengemas semakin meningkat, disebabkan semakin tingginya kesadaran manusia akan bahan pengemas yang dapat didegradasi menggantikan bahan plastik yang tidak dapat didegradasi. Kelebihan *edible film* merupakan satu jenis kemasan yang bersifat ramah lingkungan, keuntungannya selain dapat melindungi produk pangan, dapat langsung dimakan serta aman bagi lingkungan. *Edible film* dibagi menjadi dua kelompok yaitu yang berfungsi sebagai pelapis (*edible coating*) dan yang berbentuk lembaran (*film*). *Edible coating* adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan pangan yang digunakan untuk melapisi makanan (*coating*) atau menempatkan diantara makanan (Asmudrono et al., 2019)

3.2.1 Edible Film berbasis gelatin

Mekanisme pembuatan *edible film* dengan bahan berbasis protein terbagi menjadi dua tahapan penting, yaitu pemanasan dan pengeringan. Pada proses pembuatan *edible film*, gelatin dilarutkan dalam *aquades* melalui proses pemanasan, dimana akan terjadi perubahan struktur tiga dimensi dari protein dan gugus fungsional (CO, NH dari ikatan



peptida dan gugus amina). Setelah larutan *edible film* ditambahkan *plasticizer*, dilakukan pengeringan. Pada proses pengeringan, rantai asam amino yang terpecah akan bergabung melalui gaya intermolekular dan membentuk jaringan matrix. *Plasticizer* masuk ke dalam jaringan *matrix* protein sehingga menyebabkan film yang dihasilkan menjadi lebih elastis (Wittaya, 2012). Menurut Silva et al., (2018), Gelatin adalah polipeptida yang diperoleh melalui termalhidrolisis kolagen, yang menunjukkan kapasitas pembentukan gel fisik termoreversibel. Kelebihan menggunakan gelatin untuk campuran pembuatan *edible film* karena pembentukan *edible film* yang sangat baik, jumlah melimpah, non-toksikitas, biokompatibilitas, dan biodegradabilitas.

Kebutuhan gelatin di Indonesia semakin banyak khususnya di bidang industri pangan dan farmasi, namun tidak diimbangi dengan produksi dalam negeri ini sendiri. Gelatin yang diperoleh untuk kemudian diolah dalam berbagai bidang hanya mengandalkan gelatin impor dari luar negeri. Negara penyuplai gelatin di Indonesia menurut data BPS (2015) adalah Perancis, Jepang, India, Brazil, Jerman, Cina, Argentina dan Australia. Sumber bahan gelatin yang dihasilkan pun berasal dari tulang dan kulit sapi, babi dan hewan darat lainnya. Di Indonesia, gelatin dengan sumber babi tentunya tidak diperkenankan untuk dikonsumsi karena mayoritas penduduk Indonesia adalah muslim. Kegelisahan inilah yang membuat para ahli di bidangnya untuk mengolah gelatin dengan sumber bahan baku lain yang lebih aman untuk dikonsumsi seperti ikan. Salah satu bahan baku pembuatan *edible film* adalah gelatin. Gelatin dibuat dari hasil ikutan yang dihasilkan dari pemotongan dan pengolahan ternak, seperti kulit dan tulang. Gelatin sangat penting dalam diversifikasi bahan makanan karena nilai gizinya yang tinggi terutama kadar protein khususnya asam amino dan rendahnya kadar lemak. Gelatin di Indonesia merupakan barang impor dengan negara pengekspornya adalah Eropa dan Amerika. Persentase aplikasi gelatin di bidang pangan mencapai 60% dari total gelatin impor sedang sisanya digunakan di bidang non pangan. Kontribusi gelatin dari sapi sebesar 33% dan 27% dari gelatin yang berasal dari babi sehingga gelatin yang berbahan baku kulit ikan menjadi alternatif yang cukup potensial untuk dikembangkan (Hasdar et al., 2011). Aplikasi penggunaan gelatin ditambahkan oleh Sinaga et al., (2013) salah satunya sebagai *edible film*, *edible film* adalah lapisan tipis yang dapat dimakan dan biasanya digunakan untuk melindungi makanan dari proses oksidasi atau mencegah adanya proses transfer massa. Kelebihan *edible film* ini adalah film ini dapat langsung dikonsumsi dibandingkan dengan plastik pembungkus lainnya, selain itu film ini dapat melindungi kualitas produk yang dikemas sehingga dapat memperpanjang umur simpan. Vieira et al (2011) menambahkan bahwa *edible film* dapat dibentuk dari bahan yang berbasis karbohidrat, protein dan lemak, tetapi diantara ketiganya protein mampu menghasilkan *edible film* paling baik. Ikatan kovalen yang kuat dan gugus hidroksil yang



rendah pada protein membuat protein memiliki kelebihan sifat pada *edible film*. Konsentrasi protein berpengaruh dalam karakteristik *edible film* yang dihasilkan, semakin besar konsentrasi protein maka *edible film* yang dihasilkan akan semakin baik dan keelastisan semakin bagus (Said, 2016).

Edible film selalu dibuat menyesuaikan dengan produk yang akan dikemasnya. Kombinasi dari beberapa jenis bahan sering dilakukan untuk memperoleh kualitas *edible film* yang sesuai dengan kebutuhan. Gelatin memiliki kemampuan untuk membentuk *edible film* secara mandiri. Gelatin merupakan salah satu bahan pembentuk *edible film* yang memiliki sifat transparan, kuat, fleksibel dan mampu menghambat perpindahan oksigen dan karbondioksida (Said, 2016). Pemanfaatan limbah ikan juga perlu diperhatikan karena limbah ikan jika diolah dengan baik akan menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi. Bagian dari ikan yang akan dibuang setelah diolah adalah kulit dan tulang ikan. Tulang dan kulit ikan adalah sumber protein kolagen yang dapat diolah lebih lanjut menjadi gelatin. Kelebihan gelatin dari limbah ikan adalah sumber bahan baku yang sangat mudah ditemui dan harga yang ditawarkan jika sudah menjadi gelatin akan bernilai tinggi. Gelatin umumnya dimanfaatkan oleh industri pangan sebagai bahan pembuatan jelly, marshmallow dan makanan lain yang membutuhkan *gel strength* sebagai titik kritisnya karena gelatin menurut Gunawan et al., (2017) memiliki sifat yang khas yaitu *reversibel* dari bentuk sol ke gel, mengembang dalam air dingin, dapat membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan dan dapat melindungi sistem koloid.

3.2.2. Proses pembuatan *edible film* gelatin

Proses pembuatan gelatin dari berbagai jenis kulit ikan untuk selanjutnya dibentuk menjadi *edible film* adalah penggunaan larutan asam, basa dan enzim. Pembuatan *edible film* gelatin kulit ikan kakap putih menurut Salimah et al., (2016) adalah pertama dilakukan ekstraksi gelatin kulit ikan kakap putih dengan perlakuan asam asetat. Setelah didapatkan gelatin dalam bentuk lembaran, selanjutnya lembaran gelatin tersebut digiling sehingga didapatkan hasil akhir berupa bubuk gelatin. Tahap selanjutnya adalah pembuatan *edible film*, pertama gelatin kulit ikan (5% w/v) dilarutkan dalam aquades yang mengandung 0,75% gliserol. *Edible film* dibentuk dengan penambahan transglutaminase (0,2%; 0,4%; 0,6%) kemudian diaduk menggunakan hot plate magnetic sitter suhu 50°C selama 30 menit. Larutan *edible film* kemudian dituang pada plat kaca ukuran 20 x 20 cm, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 18 jam dan dilakukan pelepasan lembaran *edible film* dari cetakan.

Pembuatan *edible film* gelatin kulit ikan nila menurut Deanti et al., (2017) dilakukan ekstraksi kulit ikan nila dengan perlakuan asam asetat untuk mendapatkan bubuk gelatin kulit ikan nila. Kemudian ditambahkan gliserol sebagai plasticizer sebanyak 10% dari total



komponen. Ditambahkan gelatin kulit ikan nila sebanyak 5% (5 gram dari berat larutan) ke dalam 100mL aquades dan dipanaskan pada suhu 60-70°C. Lalu ditambahkan 0,5% (0,5 gram dari berat larutan) karagenan, alginat, agar dan gliserol dan dipanaskan selama 30 menit. Larutan ini kemudian dituang pada plat kaca ukuran 20x20 cm dan dioven selama 24 jam pada suhu 50°C. Perlakuan kontrol yang digunakan adalah edible film yang hanya berisi gelatin kulit ikan nila.

Pembuatan edible film gelatin kulit grouper menurut Lopez et al., (2016) adalah dengan mengestrak ikan grouper dan didapatkan gelatin. Setelah itu dilakukan pembuatan edible film dengan memasukkan gelatin sebanyak 100 mL dalam air suling dan diaduk secara berkala dengan ditambahkan 1,0 N NaOH. Gliserol dan sorbitol ditambahkan ke dalam lembaran film yang berbeda dengan konsentrasi 50 dan 75% (b/w) berdasarkan total berat protein dalam gelatin. Formulasi tambahan termasuk 4% (b/v) dengan campuran 15% (w/w) gliserol dan 15% (w/w) sorbitol. Formulasi teridentifikasi sebagai 5PC-50G, 5PC-75G, 5PC- 50S, 5PC-75S, and 4PC-15G/15S, dimana bagian pertama merupakan konsentrasi gelatin dan yang kedua merupakan konsentrasi plasticizer. Larutan yang berbeda diaduk selama 10 menit dan kemudian dipanaskan pada suhu 70°C selama 20 menit dalam waterbath. Setelah itu, larutan disaring dengan alat (Branson 3510, Branson ultrasonic) selama 15 menit. Tahap terakhir 50 mL larutan dituang dalam wadah berukuran diameter 12 cm dan dipanaskan dalam suhu ruangan selama 48 jam. Pada proses pembuatan edible film dari gelatin ikan grouper adalah menggunakan larutan basa.

Pembuatan edible film dari gelatin kulit ikan nila merah menurut Julianto et al., (2011) adalah melalui beberapa tahapan. Tahap pertama mengekstrak gelatin kulit ikan nila merah. Setelah didapat bubuk gelatin kulit ikan nila merah selanjutnya dilakukan pembuatan edible film dengan penambahan sorbitol sebagai plasticizer sebanyak 12,5%, 25% dan 37,5%. Selain sorbitol, ditambahkan asam palmitat sebanyak 0,5%, 1% dan 1,5% untuk meningkatkan sifat-sifat fisikokimia edible film. Pada proses pembuatan edible film dari gelatin ikan nila ini, menggunakan larutan asam.

Pembuatan edible film dari gelatin kulit ikan tuna menurut Ningrum et al., (2020) proses pertama yakni persiapan kulit ikan tuna. Perlakuan yang dilakukan pada kulit ikan tuna adalah perlakuan asam menggunakan asam asetat pada suhu lingkungan selama 24 jam untuk menghilangkan jaringan selain kolagen. Setelah perlakuan asam selesai dilakukan, kulit kemudian dinetralkan dengan air dan dicuci. Ekstraksi air panas dengan menambahkan air suling dan dipanaskan dengan suhu 80°C selama beberapa jam. Larutan yang telah terekstraksi kemudian dikeringkan selama 24 jam dalam ruangan pengering udara dengan suhu 50°C. Gelatin yang telah kering selanjutnya dihancurkan menggunakan blender sampai didapatkan hasil gelatin 40 mesh. Gelatin ditambahkan



bubuk kayu manis dan bubuk rosella dengan perbandingan (1:1 b/b). Terdapat 3 jenis edible film gelatin, yakni GFCP (edible film gelatin yang diperkaya dengan bubuk kayu manis), GFRP (edible film gelatin yang diperkaya dengan bubuk rosella) dan GFCEO (Edible film gelatin diperkaya dengan minyak esensial kayu manis). Masing-masing larutan tersebut diambil 1% dan dicampur dengan larutan yang terdiri dari 2% gelatin ikan tuna dan 3% gliserol. Larutan edible film ini kemudian dituang dalam plat kaca dan dikeringkan dengan suhu 50°C selama 24 jam. Pada proses pembuatan edible film dari gelatin ikan tuna adalah larutan asam.

Pembuatan edible film gelatin kulit ikan patin hiu menurut Elango et al., (2015) adalah pertama dengan membersihkan kulit ikan dengan air keran untuk menghilangkan bahan-bahan yang tidak diperlukan kemudian diberi perlakuan dengan NaOH 0,2% sebanyak dua kali dengan perbandingan (1:6 b/v) selama 45 menit untuk menghilangkan protein non kolagen pada kulit. Pada proses setelah pencucian, dilakukan perlakuan dengan H₂SO₄ 0,2% sebanyak dua kali dengan perbandingan (1:6 b/v) selama 45 menit untuk meningkatkan pembengkakan pada kulit ikan agar menghilangkan kadar garam pada kulit. Kulit ikan patin selanjutnya diberi asam sitrat 1% sebanyak dua kali dengan perbandingan (1:6 b/v) selama 45 menit untuk mencapai suhu terendah turbiditas dan proses pengerasan menjadi kapur. Proses ekstraksi yang terakhir yaitu dengan penambahan air suling dengan perbandingan 1:1 pada suhu 45°C selama 24 jam. Hasil ekstraksi selanjutnya disaring menggunakan filter vakum dan hasil filtrat. Proses selanjutnya yakni masing-masing konsentrasi dari gelatin (2-5% b/v) dilarutkan dalam air suling untuk memaksimalkan pembentukan larutan edible film. Sorbitol (20-40% b/v), chitosan (95% suhu deasetilasi) (1-4% b/v) dan MMT K10 (0,25-0,75% b/v) yang kemudian ditambahkan untuk menentukan konsentrasi dari larutan edible film. Larutan edible film (15 ml) kemudian dituang ke dalam plat polypropylene dan dikeringkan pada suhu lingkungan (25°C) selama 14-18 jam. Edible film yang berbentuk bundar akan terkelupas dari plat dengan sendirinya setelah dikeringkan selama 14-18 jam. Metode pembuatan *edible film* gelatin dengan variabel perlakuan, proses pembuatan serta karakterisasi *edible film* gelatin dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Metode pembuatan edible film gelatin**

Berikut merupakan metode pembuatan edible film gelatin dengan berbagai variasi perlakuan, proses ekstraksi, penambahan plasticizer, proses pengeringan, karakterisasi dan referensi.

Perlakuan	Proses ekstraksi	Penambahan <i>plasticizer</i>	Proses pengeringan	Karakterisasi	Referensi
Variasi konsentrasi enzim	Gelatin 5% (b/v) dilarutkan dalam aquades yang ditambahkan gliserol 0,75% kemudian ditambah transglutaminase (0,2%;0,4%;0,6%) diaduk pada temperatur 50°C selama 30 menit	Penambahan gliserol pada gelatin 5% (b/v)	Dicetak pada plat kaca berukuran 20x20 cm dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 18 jam.	Fisikokimia (Ketebalan); Mekanik (kuat Tarik, persen pemanjangan); Fungsional (<i>Water Vapour Transmission Rate</i>)	Salimah et al., (2016)
Variasi jenis polisakarida hidrokolloid	Gelatin sebanyak 5 gram ditambah karagenan, agar, alginat masing-masing 0,5% (b/v) dilarutkan aquades 100 ml dengan suhu 60-70°C.	Konsentrasi gliserol yaitu 10% dari berat seluruh komponen	Dicetak pada pelat kaca berukuran 20x20 cm dan dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 24 jam.	Fisikokimia (ketebalan); Mekanik (kuat tarik, % pemanjangan), fungsional (WVTR)	Deanti et al., (2017)
Variasi <i>plasticizer</i>	Gelatin sebanyak 5 gram dilarutkan dalam 10 ml aquades sampai pH menjadi 11,5 dengan larutan NaOH 1,0 N.	Perlakuan gliserol dan sorbitol masing-masing 50% dan 75% (b/b) ditambahkan pada gelatin. Larutan dihomogenkan selama 10 menit. Lalu dipanaskan	Dicetak pada tutup telfon berdiameter 12 cm dan dikeringkan pada suhu ruang selama 48 jam.	Mekanik (% pemanjangan), Fungsional (<i>Water Vapour Transmission Rate</i>)	Lopez et al., (2016)



		dengan suhu 70°C selama 20 menit.			
Variasi plasticizer	Gelatin dilarutkan dalam larutan asam asetat dan aquades	Larutan gelatin selanjutnya ditambahkan sorbitol dengan variasi konsentrasi 0%, 12,5%, 25%, dan 37,5% dan dengan variasi asam palmitat 0,5%, 1% dan 1,5%.	Dicetak pada plat kaca dan dikeringkan dengan oven	Fisikokimia (ketebalan, <i>solubility</i>), mekanik (kuat Tarik, % perpanjangan), fungsional (WVP)	Julianto et al., (2011)
Variasi penambahan bahan lain	Bubuk gelatin 2% ditambahkan dengan campuran bubuk kayu dan rosella (1:1 b/b)	Konsentrasi gliserol 3% ditambahkan 2% gelatin	Dicetak pada plat kaca dan dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 24 jam	Fisikokimia (ketebalan, kelarutan)	Ningrum et al., (2020)
Variasi plasticizer	Gelatin 3-3,5% dilarutkan dalam aquades	Larutan gelatin ditambahkan sorbitol (20-40%, b/b), chitosan (95% derajat deasetilasi) (1-4%, b/v), dan MMT K10 (0.25-0.75%, b/v) dan diaduk selama 60 menit dengan suhu 25°C	Dicetak pada plat polypropylene bundar berukuran 63 cm ² dan dikeringkan dengan suhu ruang (25°C selama 14-18 jam)	Fisikokimia (ketebalan, <i>solubility</i>), mekanik (kuat tarik, % elongasi); fungsional (WVTR)	Elango et al., (2015)

3.2.3. Sifat edible film berbasis gelatin dan mekanisme

Edible film dari gelatin ikan memiliki keterbatasan pada sifat kekuatan daya tarik (*gel strength*) yang rendah dan kelarutan air yang tinggi. Demi meningkatkan sifat-sifat edible film berbasis gelatin, maka perlu ditambahkan satu atau lebih biomolekul didalamnya (Elango et al., 2015). Karakteristik pada *edible film* yang dihasilkan yaitu kekuatan perenggangan (*Tensile strenght*), persen perpanjangan (*Elongasi*), ketebalan (*Thickness*) dan laju transmisi uap air (*Water Vapor Transmission Rate*), karakteristik tersebut menentukan keberhasilan dalam pembuatan *edible film*. Edible film gelatin pada



umumnya menggunakan plasticizer seperti sorbitol dan gliserol. Sorbitol merupakan molekul relative kecil yang memiliki sifat hidrofilik yang bisa dengan mudah dimasukkan dalam rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen gugus amida dan rantai samping asam amino dari protein. Penggunaan sorbitol sebagai pemlastis untuk pembuatan *edible film* diketahui efektif sehingga dihasilkan film dengan permeabilitas oksigen yang lebih rendah bila dibandingkan dengan pemlastis lain. Gliserol merupakan senyawa yang bening, tidak berwarna, tidak berbau, higroskopis, manis, serta larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam eter dan dioksan, tetapi tidak larut dalam hidrokarbon. Kelarutan gliserol didominasi oleh kelompok tiga hidroksil dan kehadiran gugus hidroksil tersebut yang menjadikan gliserol sebagai pelarut yang baik untuk beberapa zat seperti yodium, bromin, dan fenol. Gliserol mampu menarik dan menahan kelembaban dari udara dan tidak berubah ketika kontak dengan udara. Selain itu gliserol memiliki titik didih 290°C, titik lebur 18°C, dan titik nyala 177°C. Gliserol merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang sering digunakan pada sebagian besar *film* hidrokoloid. Molekul gliserol ditambahkan pada pembuatan *edible film* untuk mencegah kerapuhan film. Penggunaan pemlastis gliserol pada pembuatan *edible film* dapat mempengaruhi sifat mekanik karena adanya efek pada pembentukan matriks polimer. Penambahan pemlastis gliserol diketahui lebih baik daripada sorbitol karena sifatnya lebih fleksibel dan tidak rapuh. Selain itu selama penyimpanan, sifat mekanik dan kenampakannya tidak berubah. Plasticizer diketahui dapat mempengaruhi permeabilitas gas dan uap air *edible film*, oleh sebab itu diperlukan dengan konsentrasi maksimal untuk mendapat sifat-sifat gelatin yang optimal.

3.3 Pengujian kualitas edible film berbasis gelatin

Pengujian kualitas edible film dapat dilakukan dengan pengujian karakteristik fisiokimia, mekanik dan fungsional yang dapat dilihat pada **Tabel 2,3, dan 4**.

3.3.1. karakteristik fisikokimia

Tabel 1. karakteristik fisikokimia edible film gelatin

Berikut merupakan karakteristik fisikokimia meliputi ketebalan dan referensi yang dilampirkan.

Karakteristik fisikokimia		Referensi
Ketebalan (μm)	Lainnya	
	-Kadar air (%) :	Salimah et al., (2016)
P0 (0,081)	P0 (15,26)	
P1 (0,087)	P1 (14,61)	
P2 (0,095)	P2 (13,95)	



P3 (0,107) P3 (13,45)

-Kelarutan (%) : Deanti et al., (2017)

P0 (0,12) P0 (99,3)

P1 (0,13) P1 (97,98)

P2 (0,14) P2 (92,36)

P3 (0,16) P3 (95,44)

-Kelarutan (%) : Julianto et al., (2011)

P0 (0,1203) P0 (45,108)

P1 (0,116) P1 (39,439)

P2 (0,1197) P2 (41,2)

P3 (0,123) P3 (40,544)

-Kelarutan (%) : Ningrum et al., (2020)

P0 (0,21) P0 (75)

P1 (0,24) P1 (71)

P2 (0,23) P2 (70)

P3 (0,22) P3 (73)

-Kelarutan (%) : Elango et al., (2015)

P0 (0,01) P0 (0,66)

P1 (0,66) P1 (0,02)

P2 (0,75) P2 (0,87)

P3 (0,01) P3 (0,16)

Berdasarkan hasil pada tabel 1, ketebalan menurut Salimah et al., (2016) merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan *film* dalam pembentukan produk yang akan dikemasnya. Ketebalan dapat mempengaruhi laju transmisi uap, gas, dan senyawa volatil serta sifat fisik lainnya seperti kekuatan tarik dan pemanjangan pada saat putusnya *edible film* yang dihasilkan. Ketebalan pada *edible film* gelatin akan semakin meningkat seiring dengan semakin tingginya konsentrasi bahan yang digunakan karena akan meningkatkan total padatan yang terdapat dalam *edible film* setelah dikeringkan, sehingga akan menghasilkan *film* yang semakin tebal. Kemudian Deanti et al., (2017) menambahkan jika hasil ketebalan pada tipe yang berbeda dari hidrokoloid polisakarida yang digunakan tidak memberikan efek yang terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena penambahan senyawa aktif dapat menyebabkan berkurangnya berat molekul, terbentuknya ruang kosong pada matriks *film* yang paling besar. Hasilnya pun menunjukkan *film* yang terbentuk semakin tebal. Menurut Japanese Industrial Standart ketebalan maksimum *edible film* adalah 0,25 mm.



Ketebalan pada edible film menurut Julianto et al., (2011) disebabkan oleh beberapa faktor antara lain dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut pada larutan film dan ukuran plat kaca pencetak. Pada penambahan sorbitol di edible film, hasil menunjukkan perbedaan nyata pada ketebalan edible film dikarenakan penambahan sorbitol berpengaruh pada konsentrasi padatan terlarutnya, semakin tinggi konsentrasi sorbitol yang ditambahkan maka konsentrasi padatan terlarutnya akan meningkat sehingga *edible film* yang dihasilkan akan semakin tebal. Penelitian yang dilakukan oleh Ningrum et al., (2015), edible film gelatin control (tanpa perlakuan) dan dengan penambahan bubuk kayu manis dan rosella tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini dapat diambil kesimpulan bahwa ketebalan dari edible film dipengaruhi oleh kandungan dalam larutan di larutan pembentuk edible film. Pengaruh bahan lain pada ketebalan edible film menurut Elango et al., (2015) adalah semakin kecil molekul bahan dibandingkan gelatin, maka akan semakin mempengaruhi ketebalan edible film itu sendiri. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa penambahan sorbitol sebagai plasticizer tidak memberikan hasil yang signifikan untuk menonjolkan interaksi antar protein dan protein dengan kitosan.

Karakteristik fisikokimia lainnya adalah kelarutan dan kadar air. Menurut Salimah et al., (2016), Kadar air rendah menunjukkan bahwa *edible film* bagus dan mampu melindungi produk yang dikemas. Tinggi rendahnya kandungan kadar air dalam *edible film* dipengaruhi oleh bahan dasar dan bahan tambahan dalam pembuatan *film*. Selain itu, tingginya kadar air *edible film* kemungkinan juga berhubungan dengan kandungan asam amino gelatin yang bersifat *hidrofilik*, misalnya serin dan tirosin. Sementara untuk parameter kelarutan pada edible film menurut Deanti et al., (2017) adalah hasil yang didapat pada tabel 1 mengindikasikan bahwa perbedaan jenis hidrokoloid polisakarida mempengaruhi kelarutan. Edible film yang terbuat dari karagenan dan campuran gelatin memiliki kelarutan yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan karagenan merupakan polisakarida yang terbuat dari rumput laut hidrofobik. Penambahan karagenan dalam edible film mempengaruhi kelarutan alami dari edible film itu sendiri. Tipe karagenan di bahan pangan pada umumnya adalah jenis kappa karagenan. Gugus hidroksil dan sulfat pada karagenan adalah hidrofilik, sementara gugus 3,6-anhydro-D-Galaktosa adalah hidrofobik. Bahan pengemas edible film bergantung pada sumber material bahan baku. Semakin rendah nilai kelarutan, maka semakin baik untuk digunakan sebagai bahan pengemas dan bersifat biodegradable. Kelarutan merupakan parameter yang penting pada edible film. Kelarutan dibutuhkan untuk mengembagkan bobot produk dan ketahanannya terhadap air. Kemudian Julianto et al., (2011) menambahkan jika kelarutan *film* dalam air akan menentukan penerapan *edible film* yang dihasilkan. Pada tabel 1 dijelaskan bahwa kelarutan *edible film* menunjukkan



penambahan asam palmitat berpengaruh nyata pada ($p < 0,05$). Penurunan kelarutan film disebabkan asam palmitat mempunyai sifat hidrofobik dan memiliki rantai C lebih panjang (C10) sehingga sulit larut dalam air. Asam palmitat larut dalam pelarut organik polar dan non polar. Kemampuan larut dalam air dipengaruhi oleh panjang rantai C. Semakin panjang rantai C maka asam palmitat akan semakin sulit untuk larut dalam air.

Hasil ketebalan yang terdapat pada tabel, edible film gelatin dari berbagai jenis ikan dengan berbagai penambahan bahan dapat disimpulkan bahwa edible film gelatin paling baik adalah edible film gelatin milik penelitian Ningrum et al., (2020). Pengaruh tersebut dapat sebabkan karena penambahan gliserol yang bersifat hidrofilik sehingga mampu mengikat lebih banyak air yang menguap setelah dilakukan pengeringan. Semakin tinggi nilai ketebalan edible film, maka semakin baik edible film mampu melindungi produk yang dikemas dan aman dari pengaruh luar.

3.3.2. Karakteristik mekanik

Tabel 2. Karakteristik mekanik edible film gelatin

Berikut merupakan karakteristik mekanik meliputi kuat tarik, elongasi, perlakuan dan referensi yang dilampirkan.

Karakteristik mekanik		Perlakuan	Referensi
Kuat tarik (TS)	Elongasi (%)		
5,18 MPa	61,57	P0	Salimah et al., (2016)
16,77 MPa	79,67	P1	
19,80 MPa	17,12	P2	
39,71 MPa	14,12	P3	
12,51 Kgf/cm ²	20,545	P0	Deanti et al., (2017)
13,89 Kgf/cm ²	49,905	P1	
18,83 Kgf/cm ²	119,725	P2	
23,05 Kgf/cm ²	81,571	P3	
-	232	P1	Lopez et al., (2016)
-	232	P2	
-	34,4	P8	
-	34,4	P10	
-	88,5	P11	
-	4,864	P0	Julianto et al., (2011)
-	2,9464	P1	
-	4,141	P2	
-	4,7334	P3	



0,40 MPa	0,93	P0	Elango et al., (2015)
0,33 MPa	0,10	P1	
0,70 MPa	0,05	P2	
<0,01 MPa	0,02	P3	

Kuat tarik menurut Salimah et al., (2016) merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas edible film gelatin kulit ikan. Kuat tarik merupakan gaya maksimum gaya tarik maksimum yang dapat di tahan oleh sebuah *film* hingga terputus. Kuat tarik yang terlalu kecil mengindikasikan bahwa *film* yang bersangkutan tidak dapat dijadikan kemasan, karena karakter fisiknya kurang kuat dan mudah patah. Pada tabel 2 dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi transglutaminase maka nilai kuat tarik semakin meningkat. Hal ini disebabkan *transglutaminase* menjadikan polimerisasi intramolekuler yang kuat dari gelatin, sehingga meningkatkan kekuatan tarik. Besarnya kekuatan tarik ditentukan oleh struktur jaringan yaitu bentuk anyaman dan kandungan protein dalam kolagen pada gelatin *edible film*. Pengaruh kuat tarik pada edible film juga ditambahkan oleh Deanti et al., (2017) bahwa edible film dengan nilai kuat tarik yang tinggi biasanya digunakan untuk produk yang membutuhkan perlindungan tinggi. Sedangkan edible film dengan kuat tarik yang rendah biasa digunakan untuk produk pangan. Nilai kuat tarik menurun dikarenakan reduksi dari interaksi antar molekul rantai protein sehingga matriks dari film yang sudah terbentuk akan berkurang. Terjadinya reduksi dari interaksi intramolekuler rantai protein disebabkan penambahan gliserol. Molekul plasticizer akan merusak kekohesifan pati, pengurangan interaksi antar molekul dan meningkatkan mobilitas polimer.

Edible film gelatin menurut Elango et al., (2015) memiliki kuat tarik yang tinggi dibandingkan edible film gelatin dengan penambahan kitosan. Hal ini dikarenakan penambahan sorbitol mengurangi ikatan intermolekuler antara dengan rantai gelatin. Pada penelitian lain juga disebutkan jika penambahan kitosan dapat meningkatkan ketebalan edible film gelatin karena terdapat interaksi yang kuat antara gelatin anionic dan kitosan kationik oleh ikatan hydrogen selama pembentukan edible film.

Pada tabel 2 dijelaskan bahwa elongasi pada edible film menurut Julianto et al., (2011) dipengaruhi oleh adanya asam palmitat yang ditambahkan pada edible film sebagai plasticizer. Hal ini dibuktikan dengan nilai persen perpanjangan *edible film* penambahan asam palmitat mempunyai nilai yang lebih kecil bila dibandingkan dengan perpanjangan *edible film* tanpa penambahan asam palmitat. Menurunnya nilai persen perpanjangan kemungkinan akibat pengaruh antara asam palmitat dan sorbitol. kembali dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* (asam palmitat). Semakin tinggi konsentrasi asam palmitat maka semakin besar penurunan gaya intermolekuler diantara rantai



polimer sehingga akan semakin elastis edible film tersebut. Elongasi menurut Lopez et al., (2016) merupakan kemampuan untuk menunjukkan fleksibilitas film dalam daya kuat tarik.

Pada tabel 3, dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik paling tinggi adalah pada penelitian Salimah et al., (2016) pada perlakuan P3. Hal ini membuktikan bahwa dengan variasi penambahan *transglutaminase* dapat meningkatkan kuat tarik pada edible film gelatin dikarenakan *transglutaminase* menginduksi silang antara polipeptida dengan glutamin dan beberapa amina primer dengan menghasilkan ikatan kovalen baru. Sifat *transglutaminase* lainnya yakni menjadikan polimerisasi intramolekuler yang kuat dari gelatin, sehingga meningkatkan kekuatan tarik. Kekuatan tarik dapat ditentukan oleh kandungan protein dalam kolagen pada edible film gelatin. Elongasi yang memiliki nilai paling tinggi menurut tabel adalah elongasi edible film gelatin milik Deanti et al., (2017). Edible film dapat dikatakan baik jika nilai elongasinya lebih dari 10%. Hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai elongasi, maka semakin baik kualitas edible film. Adanya penambahan bahan-bahan aktif dalam larutan edible film, akan menyebabkan meregangnya jarak intramolekular pada jaringan matriks edible film dan mengurangi jumlah ikatan hydrogen sehingga dapat mengurangi kerapuhan edible film dan meningkatkan persentase elongasi.



3.3.1. Karakteristik fungsional

Tabel 3. Karakteristik fungsional edible film gelatin

Berikut merupakan karakteristik fungsional meliputi WVP, perlakuan dan referensi yang dilampirkan.

WVP	Perlakuan	Referensi
1,132	P0	(Salimah, T., 2016b)
0,938	P1	
0,848	P2	
0,77	P3	
1,002	P0	(Deanti, 2018)
0,748	P1	
0,714	P2	
0,610	P3	
8,0503	P0	(Julianto, 2011)
7,715	P1	
7,7083	P2	
7,2117	P3	
42	P3	Lopez et al., (2016)
0,05	P5	
57	P7	
0,23	P0	Elango et al., (2015)
0,53	P1	
0,50	P2	
0,03	P3	

Berdasarkan tabel 2, transmisi laju uap air menurut Salimah et al., (2016), merupakan parameter utama untuk menentukan kualitas edible film. Permeabilitas uap air merupakan indikator kemampuan *film* untuk menahan laju transmisi uap air pada selang waktu tertentu. Hal ini berkaitan dengan aplikasi kemasan. Suatu kemasan yang baik diharapkan memiliki nilai permeabilitas yang kecil, sehingga mampu mengurangi laju transmisi uap air dari lingkungan ke dalam produk yang dikemas. Nilai permeabilitas uap air terendah terdapat pada konsentrasi 0,6%. Dengan adanya penambahan bahan *transglutaminase* diduga terjadi ikatan silang antara *glutamine* dan *lisin* dalam *edible film* dari gelatin kulit ikan sehingga daya serap terhadap uap air semakin kecil.



Edible film yang baik seharusnya memiliki transmisi laju uap air yang rendah. Hal ini dikarenakan permeabilitas uap air yang rendah dapat menghambat hilangnya air dari produk. Sehingga kesegaran produk terjaga. Selain itu, dapat menghambat kerusakan akibat proses hidrolisa dan kerusakan oleh mikroorganisme karena adanya air yang masuk dalam kemasan. Sedangkan menurut Deanti et al., (2017) transmisi laju uap air mempengaruhi kemampuan edible film untuk menurunkan uap air. Edible film yang memiliki transmisi laju uap air yang rendah mampu menjaga produk dari tingkat kelembaban yang tinggi. Selain itu, nilai transmisi laju uap air akan memberikan dampak pada kemampuan penyimpanan produk yang akan dikemas. Semakin rendah nilai transmisi laju uap air yang terdapat pada edible film, maka akan semakin awet produk yang dikemas tersebut.

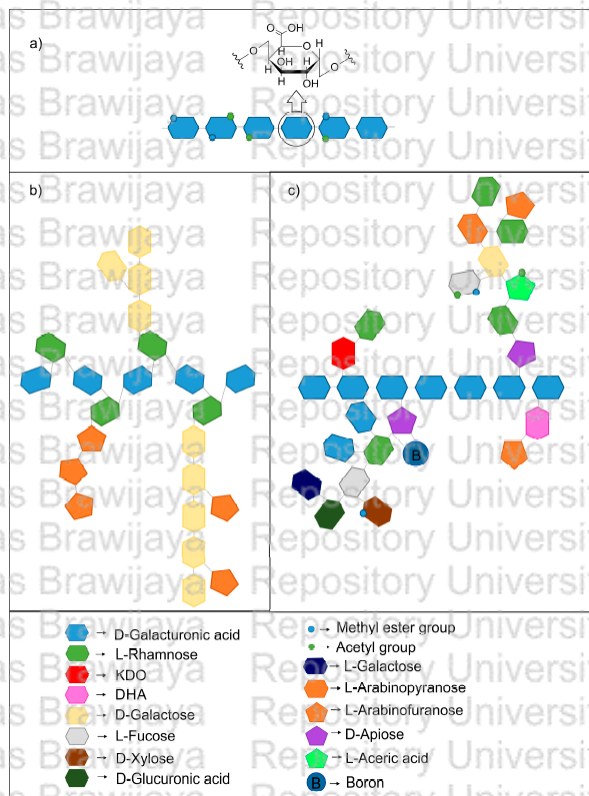
Transmisi laju uap air menurut Lopez et al., (2016) merupakan prosedur gravimetri untuk menghitung jumlah air yang diserap oleh CaCl anhidrous. Kemudian Julianto et al., (2017) menambahkan bahwa transmisi laju uap air merupakan pergerakan uap air dalam unit waktu tertentu melalui suatu unit area pada suhu kelembaban tertentu pula. Laju transmisi uap air sangat dipengaruhi oleh panjang rantai dan konsentrasi asam lemak yang digunakan. Berdasarkan tabel 2, dapat dijelaskan jika nilai transmisi laju uap air semakin besar konsentrasi asam palmitat yang ditambahkan semakin kecil nilai laju transmisi uap air. Menurunnya laju transmisi uap air disebabkan asam palmitat bersifat hidrofobik sehingga dapat menghambat laju perpindahan uap air. Transmisi laju uap air menurut Elango et al., (2015), parameter ini penting untuk edible film karena menentukan apakah edible film gelatin sudah sesuai untuk digunakan sebagai pengemas produk. Pada interaksi antar protein dan kitosan mampu meningkatkan volume bebas antar matriks polimer gelatin dan mengurangi nilai transmisi laju uap air edible film. Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat bahwa nilai transmisi laju uap air paling baik terdapat pada edible film gelatin dari referensi milik Elango et al., (2015) dengan nilai 0,03.

3.4 Edible Film berbasis gelatin dengan penambahan pektin

Edible film dapat dibuat dari tiga jenis bahan penyusun yang berbeda, yakni hidrokoloid, lipid dan komposit dari keduanya. Jenis hidrokoloid yang biasa digunakan dalam pembuatan edible film adalah protein (gelatin dan kasein) dan karbohidrat (pati dan pektin). Sedangkan lipid yang digunakan adalah lilin, gliserol dan asam lemak. Kemudian Miskiyah *et al.*, (2015) juga menambahkan bahwa jenis karbohidrat dan protein pada pembuatan edible film memiliki banyak keuntungan antara lain biodegradabel, edibel (dapat dimakan), biokompatibel, dan kemampuannya sebagai penghalang terhadap oksigen dan tekanan fisik selama penyimpanan. Gelatin dan pektin memiliki kelebihan dengan kemampuannya mampu membentuk gel yang kuat dan memiliki sifat rekat serta



tembus pandang sehingga diharapkan edible film yang dihasilkan akan memiliki sifat-sifat fisik, mekanik dan fungsional yang lebih baik. Metode ekstraksi pektin dan pembuatan edible film gelatin dengan penambahan pektin dapat dilihat pada **Tabel 4 dan Tabel 5**. Menurut Gawkowska et al. (2018), struktur kimia pektin utama terdiri dari residu asam α -1,4-D-galakturonat. Domain pektin berbeda dapat dibedakan menjadi homogalacturonan (HG), rhamnogalacturonan I (RGI), rhamnogalacturonan II (RGII), xylogalacturonan (XGA), apiogalacturonan (AGA), arabinan, galactan, arabinogalactan I (AGI) dan arabinogalactan II (AGII) dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Domain pektin

Pektin adalah polisakarida yang sebagian besar diekstrak dari buah jeruk. α -(1,4) unit asam D-galactopyranosyluronic dihubungkan oleh (1,2) unit L-rhamnopyranosyl yang saling berhubungan. Edible film berbasis pektin menunjukkan modulus awal yang tinggi, tetapi persen perpanjangan rendah dan cukup rapuh. Penambahan plasticizer membuatnya lebih fleksibel. Mereka juga memiliki sifat mekanik yang sangat baik. Film / gel pektin efektif dalam perlindungan makanan dengan makanan yang memiliki kelembaban rendah. Edible Film pektin, yang memiliki ikatan silang dengan kalsium atau kation polivalen lainnya, menunjukkan sifat mekanik yang baik. Dalam industri pangan, pektin digunakan dalam pembuatan agar-agar, pembuatan selai dari buah-buahan, atau sebagai emulsifying agent (zat yang dapat membuat emulsi larutan minyak dalam air). Selain itu, pektin juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan insektisida, pembuatan fiber dan film, pembuatan kosmetik, dan pembuatan obat-obatan.



Dalam dunia kedokteran, pektin digunakan untuk perekat darah (blood agglutinine) dan pengobatan diare pada bayi dan anak-anak (Augustia et al, 2018). *Edible Film* yang dapat dimakan yang diperoleh dari pektin dan turunannya, seperti pektat dan pektin yang digabungkan, dapat digunakan dalam aplikasi kemasan makanan. Mereka menunjukkan penghalang yang sangat baik untuk oksigen, minyak dan aroma. Pektin juga menunjukkan sifat mekanik yang baik, tetapi juga menunjukkan ketahanan kelembaban yang buruk. *Edible film* dengan bahan baku pektin sekarang digunakan dalam pengemasan buah-buahan dan sayuran segar dan minimal diproses, seperti apel, alpukat, aprikot, berry, chestnut, jambu biji, melon, persik, pepaya, walnut, tomat dan wortel (Jeevahan et al., 2017).

Hidrokoloid menurut Pradana et al., (2017) adalah suatu polimer larut dalam air yang mampu membentuk koloid dan mampu mengentalkan larutan atau mampu membentuk gel dari larutan tersebut. Jenis hidrokoloid untuk pembuatan *edible film* salah satunya adalah golongan polisakarida yang memiliki beberapa keunggulan yaitu bersifat selektif terhadap oksigen, karbondioksida, tidak berminyak, dan berkalori rendah. Pati dan pektin sebagai salah satu hidrokoloid memiliki potensi untuk dijadikan bahan dasar dalam industri pangan sebagai *biodegradable film* untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis dan dapat diperbaharui. Polisakarida seperti selulosa, kitosan, pektin, pati dan gum banyak digunakan sebagai material *edible film* dan *coating* karena polisakarida memiliki ketersediaan tinggi, murah dan memiliki fungsi atau sifat khusus. *Edible film* berbasis polisakarida efektif sebagai penghalang transmisi gas O₂ dan CO₂ yang berhubungan dengan proses oksidasi namun tidak efektif sebagai penghalang uap air karena polisakarida bersifat hidrofilik. Karakteristik penghalang uap air sangat penting karena berhubungan dengan dehidrasi produk dan penyerapan uap air dari luar. Selain itu polisakarida menghasilkan *edible film* yang cenderung rapuh karena interaksi antar rantai polimernya sehingga tidak dapat melindungi bahan pangan selama distribusi (Cazón et al., 2017). Cara untuk mengatasi kekurangan sifat mekanis dan *barrier* tersebut maka dilakukan penelitian tentang interaksi antar bahan penyusun *edible film* berbasis polisakarida maupun interaksi polisakarida dengan komponen lain seperti lemak, protein maupun komponen lain.

Pektin menurut Roikah et al., (2016) adalah senyawa polisakarida kompleks berjenis heterosakarida, sebagai penyusun lapisan awal dinding sel tumbuhan dari berbagai jenis tanaman pangan. Penyusun utama pektin biasanya adalah polimer asam D-galakturonat, yang terikat dengan α -1,4-glikosidik. Asam galakturonat memiliki gugus karboksil yang dapat saling berikatan dengan ion Mg²⁺ atau Ca²⁺ sehingga garam-garam Mg-pektin atau Ca-pektin dapat membentuk gel, karena ikatan itu berstruktur amorf sehingga mempunyai kemampuan mengembang bila ada molekul air. Pektin merupakan salah satu



komponen utama pada dinding sel tumbuhan yang menyokong kekuatan dan kekakuan jaringan. Pektin juga disebutkan oleh Espitia et al., (2014) adalah salah satu makromolekul paling kompleks di alam. Industri besar pada umumnya mengekstrak pektin dari *pomace* apel dan kulit buah sitrus. Secara kimia, gugus karboksil methoxyl diperoleh dengan proses esterifikasi dengan gugus karboksil methanol yang diperoleh pada saat beberapa asam galakturat dikonversi dengan ammonia untuk menjadi ikatan amida asam karboksil. Pektin tersusun atas molekul asam galakturonat yang berikatan dengan ikatan α -(1-4)-glikosida yang membentuk asam poligalakturonat. Gugus karboksil sebagian teresterifikasi dengan metanol dan sebagian gugus alkohol sekunder terasetilasi. Berdasarkan derajat esterifikasi dengan methanol, dimana perbandingan gugus asam galakturat dengan total gugus asam galakturat. Pektin dapat digolongkan menjadi pektin dengan metoksil tinggi (HMP) dan pektin dengan metoksil rendah (LMP). HMP memiliki lebih dari 50% gugus karboksil teresterifikasi ($DE > 50$), sedangkan LMP memiliki $DE < 50$. Nilai DE ini mempengaruhi sifat gel pada pektin. Beberapa sumber pektin dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Ekstraksi pektin dari berbagai sumber

Berikut merupakan sumber-sumber pektin yang meliputi ekstrak, kandungan asam galakturonat, hasil (*yield*), proses ekstraksi dan referensi yang dilampirkan.

Ekstrak	Kandungan asam galakturonat	Hasil (%)	Proses Ekstraksi	Referensi
Apple pomace	21-44	10-14	Subcritical water selama 5 menit dengan suhu 130–170°C, perbandingan padatan:cairan (1:30)	Wang et al., 2014
Kulit buah kakao	60 (dari total kandungan gula)	11	Asam nitrat selama 30 menit dengan suhu 100°C hingga pH 3,5	Vriesmann et al., 2017
Ekstrak kulit jeruk	66-70	14-18	Kulit jeruk dicuci dan dikeringkan di oven dengan suhu 60°C. Kulit yang kering kemudian digiling dan diayak sampai 250 μ m. Bubuk kulit jeruk yang diperoleh kemudian disimpan pada suhu 25°C. Bubuk kulit jeruk kering kemudian diberikan asam sitrat (0,1 M) encer (b/v, 1:10) dan laruta diaduk pada suhu 100°C selama 10 menit. Setelah proses ekstraksi, didiamkan pada suhu ruang (25°C), disaring	Jridi et al., (2020)

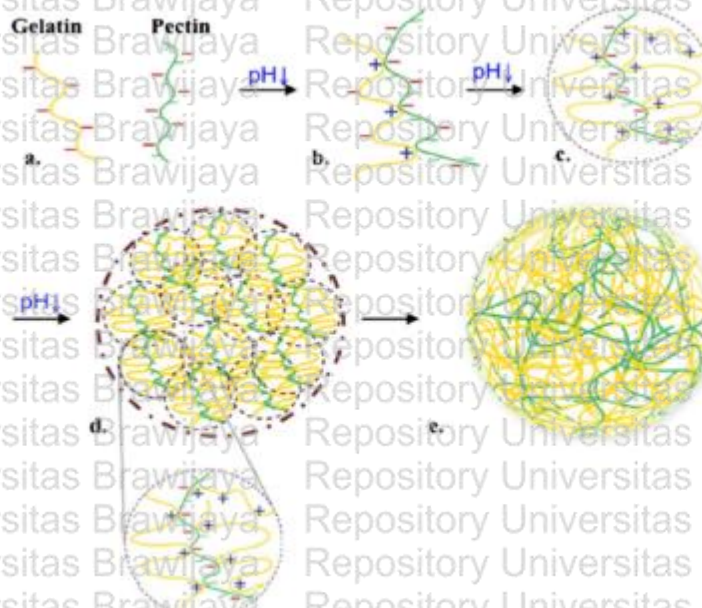


menggunakan kertas saring dan disentrifuge dengan kecepatan 10.000xg selama 15 menit. Supernatant yang diperoleh dicampur dengan etil alcohol 96% sebanyak tiga kali untuk menghilangkan monosakarida dan disakarida. Proses selanjutnya pektin basah dikeringkan pada suhu 40°C di uap panas oven sampai beratnya konstan. Setelah itu pektin kulit jeruk disimpan di ruang gelap dengan suhu 4°C.

Penggunaan pektin cukup luas karena banyak dibutuhkan dalam industri pangan dan non pangan. Pektin juga telah digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film* yaitu pelapis bahan pangan yang ramah lingkungan. Penggunaan pektin pada pangan dan farmasi diantaranya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat jelly, penstabil minuman sari buah, bahan pengental, pemberi tekstur pada makanan, dan obat diare. Perkembangan pemanfaatan *edible film* pektin mulai dikenalkan dalam bidang farmasi dan kedokteran, yaitu sebagai *Drug Delivery System* (DDS). Menurut Wahyuningtyas et al., (2016), pektin memiliki kemampuan sebagai *delivering bioactive agents*. Dalam pembuatan *edible film* dari pektin sebagai membran DDS, pektin memiliki beberapa kelemahan seperti kecepatan *drug loading* (pemasukan obat) yang rendah. Oleh karena itu diperlukan penambahan bahan lain untuk menunjang sifat-sifat *edible film* salah satunya dengan penambahan protein yaitu gelatin. *Edible film* dari pektin menurut Polnaya et al., (2019) mempunyai kenampakan yang halus dan tidak lengket, sedangkan *film* ketika ditambahkan pati yang sudah dikomposit dengan pektin mempunyai kenampakan transparan dan kuat. Salah satu hidrokoloid yang sering digunakan untuk pembuatan *edible film*, yakni pektin. Pektin lebih banyak digunakan dalam bidang industri makanan. Hal ini disebabkan karena pektin memiliki kemampuan membentuk gel yang lebih optimum dan tekstur yang lebih baik, kuat dan stabil. Selain penambahan hidrokoloid, penambahan *plasticizer* berfungsi meningkatkan fleksibilitas film dan mengurangi gaya intermolekul di rantai polimernya. *Plasticizer* yang sering digunakan adalah gliserol. Gliserol efektif digunakan sebagai *plasticizer* pada *film* hidrofilik, seperti film berbahan dasar pati, gelatin, pektin, dan karbohidrat lainnya. Batasan konsentrasi *plasticizer* di dalam polimer biasanya 5-30%. Saat konsentrasi *plasticizer* rendah, maka film yang dihasilkan keras dan kaku. Efek ini disebut *antiplasticization*.



Interaksi dua polimer yang berbeda yakni pektin dengan gelatin menurut Espinoza et al., (2018) dapat dilihat pada **Gambar 3**. Pada gambar a diketahui jika pektin dan gelatin adalah dua molekul tersendiri yang memiliki perbedaan ikatan elektrostatis. Pada gambar b pektin dan gelatin dapat larut secara kompleks yang terbentuk berdasarkan daya tarik antara kutub positif pada gelatin dan kutub negatif pada pektin. Pada gambar c dijelaskan bahwa terjadi proses penggabungan pektin dan gelatin yang larut secara kompleks. Pada gambar d dijelaskan bahwa partikel hidrogel terbentuk dari perpaduan dari sub-sub unit dan pada gambar e digambarkan pengaturan dari struktur internal saat suhu diturunkan.



Gambar 3. Interaksi elektrostatis pektin dengan gelatin

Tabel 5. Metode pembuatan edible film gelatin dengan penambahan pektin

Preparasi Larutan		Pengerinan		Karakterisasi	Referensi
Gelatin	Plasticizer	Pektin			
Gelatin 5% (w/v) dalam 0,75% gliserol	Gliserol 0,75% (w/w)	0; 0,2; 0,4; 0,6, 0,8, dan 1%	Larutan dicetak pada nampan plastik ukuran 20 x 20 cm dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 18 jam	Fisikokimia (Ketebalan); Mekanik (Kuat tarik, % elongasi); Fungsional (WVP)	Nurdiani et al., (2019)
Gelatin 3% dalam gliserol 15%	Gliserol (w/w)	15% 10, 30, 50, (v/v)	Larutan sebanyak 20 mL dituang pada petri berukuran 6x6 cm. Kemudian cawan dibiarkan selama 12 jam pada suhu ruangan (25°C) dan dikeringkan pada suhu 25°C dan 50% selama 48 jam	Fisikokimia (ketebalan, uji transparansi, SEM); Mekanik (Kuat Tarik, % elongasi); Fungsional (WVP)	Jridi et al., (2020)
Gelatin dalam larutan Naoh 4M dan HCl 1M	Gliserol (w/w)	0,5 0,5 g	Larutan dituang dalam plat dan dikeringkan pada suhu ruang selama 48 jam.	Fungsional (WVP)	Oria et al., (2019)



3.4.1. Prosedur pembuatan edible film gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dengan penambahan pektin (Nurdiani et al., 2019)

a. Persiapan ekstrak gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

Prosedur pembuatan edible film gelatin kulit ikan kakap dengan penambahan pektin terdapat dua tahapan utama. Tahap pertama yakni pembuatan gelatin dan formulasi *edible film*. Persiapan sampel dilakukan dengan merendam kulit ikan dalam larutan NaOH 0,05 M atau 0,1 M (dengan perbandingan kulit : pelarut 1:6 b/v) selama 2 jam lalu dibilas dengan air untuk menetralkan pH. Kemudian kulit direndam dengan larutan asam asetat 0,05 M atau 0,1 M. (1:6 b/v) selama 1 jam, dilanjutkan dengan proses ekstraksi dengan perbandingan kulit:akuades (1:6 b/v) pada suhu 55°C selama 4 jam kemudian disaring. Hasil berupa residu kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 3-4 hari. Setelah didapatkan gelatin, dilakukan pengujian kualitas gelatin yang terdiri dari analisis asam amino, rendemen, proksimat (protein, lemak dan air), kekuatan gel dan viskositas.

b. Pembentukan edible film

Proses pembentukan edible film diawali dengan persiapan konsentrasi pektin 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% masing-masing dilakukan pengulangan sebanyak empat kali. Gelatin kulit ikan (5% w/v) dilarutkan dalam akuades yang mengandung 0,75% gliserol. Edible film kemudian dibuat dengan menambahkan pektin (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8, dan 1%) pada larutan. Larutan kemudian dipanaskan diatas hot plate magnetic stirer pada suhu 50°C selama 30 menit. Larutan edible film dituang pada nampan plastik ukuran 20 x 20 cm untuk selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 18 jam. Karakterisasi edible film gelatin meliputi ketebalan, kuat tarik, elongasi, kadar air, transparansi dan laju transmisi uap air.

c. Karakterisasi edible film

Karakterisasi *edible film* meliputi : 1). *Water Vapor Permeability*, 2). Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength*) dengan , 3). Elongasi, 4). Kadar air, 5). Uji ketebalan dengan *texture analyzer*, 6). Analisis laju transmisi uap air.

3.4.2. Prosedur pembuatan edible film gelatin kulit ikan triggerfish abu-abu (*Lutjanus argentimaculatus*) dengan penambahan pektin (Jridi et al., 2020)

a. Persiapan ekstrak gelatin kulit ikan triggerfish abu-abu (*Lutjanus argentimaculatus*)

Proses pembuatan gelatin pertama, kulit ikan yang telah dibersihkan lalu dilakukan pra-perlakuan dengan merendam kulit dalam larutan NaoH 0,2 mol/l dengan



perbandingan kulit:larutan 1:10 (b/v) selama 31 jam 30 menit dengan suhu 4°C untuk menghilangkan protein dan pigmen non kolagen. Karena kolagen merupakan bahan penyusun utama dalam edible film. Larutan diaduk secara berkala dan pelarut basa harus diganti setiap 30 menit agar kondisi kulit tetap basa. Kulit yang telah diberi perlakuan basa kemudian dicuci dengan air keran sampai air bekas cucian mencapai pH netral. Kulit kemudian direndam dalam larutan asam asetat 0,05 mol/l dengan perbandingan kulit:larutan 1:10 (b/v) selama 6 jam pada suhu 4°C dengan pengadukan secara perlahan sampai bahan kolagen pada matriks kulit ikan triggerfish abu-abu mengalami pembengkakan (*swelling*). Kulit yang mengalami perlakuan asam lalu dicuci dengan air keran sampai air bekas cucian mencapai pH netral. Untuk mengekstrak gelatin, kulit ikan triggerfish abu-abu yang telah mengalami *swelling* direndam dalam air suling dengan perbandingan kulit:air aquades 1:10 (b/v) pada suhu 50°C selama 18 jam dengan diaduk terus menerus. Larutan selanjutnya disentrifuge dengan percepatan 10.000x g selama 30 menit menggunakan alat sentrifuge Hermele Z36HK to menghilangkan bahan yang tidak dapat larut. Supernatan yang diperoleh kemudian dilakukan *freeze-dry*. Bubuk gelatin kulit ikan triggerfish abu-abu yang diperoleh kemudian disimpan dalam suhu 4°C sampai akan diproses menjadi edible film.

b. Persiapan ekstrak pektin kulit jeruk

Kulit jeruk yang telah disiapkan kemudian dicuci dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C. Kulit yang kering kemudian dihaluskan dengan penghalus bumbu dan disaring dengan saringan 250 µm. Bubuk yang diperoleh kemudian disimpan pada suhu 25°C sampai akan digunakan. Bubuk kulit yang kering kemudian dituang pada asam sitrat (0,1 M) dan larutan aquades dengan perbandingan 1:10 (b/v), disesuaikan dengan pH yang diinginkan (pH ¼ 3) dan larutan dihomogenkan pada suhu 100°C selama 10 menit. Setelah proses ekstraksi, larutan kemudian disimpan pada suhu ruang (25°C), disaring menggunakan kertas saring, disentrifuge dengan kecepatan 10.000xg selama 15 menit dan supernatant dicampur dengan etil alcohol 96%. Berat pektin yang terkoagulasi dicuci menggunakan etanol 96% selama tiga kali untuk menghilangkan monosakarida dan polisakarida. Pada proses selanjutnya, pektin basah kemudian dikeringkan pada suhu 40°C di udara panas sampai berat tetap tercapai. Pektin kulit jeruk yang telah diperoleh lalu disimpan pada suhu 4°C hingga digunakan.

c. Pembentukan edible film

Proses selanjutnya adalah pembentukan edible film dengan menyiapkan larutan yang akan digunakan sebagai edible film yakni bubuk gelatin kulit ikan triggerfish abu-abu dan bubuk pektin yang sebelumnya dipisahkan dengan aquades pada konsentrasi 3% (b/v) untuk tiap polimer. Gliserol lalu ditambahkan sebagai plasticizer pada larutan gelatin atau pektin pada level 15% (berdasarkan massa protein dan polisakarida). Larutan yang



membentuk film kemudian diaduk secara perlahan pada suhu 40°C selama 30 menit menggunakan magnetic stirrer dan digunakan sebagai preparasi film. Campuran persiapan film, larutan pembentuk film berbahan dasar gelatin kulit ikan triggerfish abu-abu dan bubuk pektin dicampur dengan perbandingan yang berbeda (90:10, 70:30, 50:50, v/v) lalu diaduk perlahan sampai larutan homogen. Pada formulasi keseluruhan, 20 mL dari masing-masing larutan diletakkan dalam cawan petri berukuran 6x6 cm. Kemudian cawan dibiarkan selama 12 jam pada suhu ruangan (25°C) dan dikeringkan pada suhu 25°C dan 50% kelembaban relative selama 48 jam. Lapisan film yang sudah kering akan terkelupas dengan sendirinya dan sudah dapat dianalisis. Hasil dari komposit edible film diberi nama F-G:BOPP (90:10), F-G:BOPP (70:30) dan F-G:BOPP (50:50). Edible film yang hanya menggunakan bubuk gelatin kulit ikan triggerfish abu-abu dipakai sebagai control. Demi mempertahankan karakteristik edible film, seluruh edible film dikondisikan dalam suhu 25°C dan 50% kelembaban relatif selama kurang lebih 14 hari.

d. Karakterisasi edible film

Karakterisasi *edible film* meliputi : 1). Ketebalan *film*, 2). Uji Transparansi menggunakan UV-Visible spectrophotometer, 3). Uji hidrofobisitas menggunakan goniometer dengan metode *via the sessile drop*, 4). *Water Vapor Permeability* dengan metode ASTM E96-80 5). Uji stabilitas termal, 6). Uji kuat tarik (*tensile strength*) dan elongasi (%), 7). Evaluasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

3.4.3. Prosedur pembuatan edible film gelatin kulit ikan dengan penambahan pektin buah sitrus (Oria et al., 2019)

a. Pembentukan edible film

Proses pembentukan edible film pertama kali disiapkan dengan melarutkan 0,5 g pektin dari buah sitrus dan 0,5 g gelatin kulit ikan di 20 mL aquades dengan pengadukan secara terus menerus di suhu ruang selama 2 jam. pH larutan dikondisikan hingga mencapai 8 menggunakan pelarut NaOH 4M kemudian diturunkan menjadi pH 3-4 dengan pelarut HCl 1M. Larutan polimer, 0,5 g/g gliserol ditambahkan sebagai plasticizer dan diaduk dengan kencang selama 30 menit. Lapisan film yang ditambahkan beeswax, terlebih dahulu dipanaskan sampai suhu 70°C dan diaduk dengan kencang selama 15 menit agar seluruh campuran terlarut dengan sempurna. Gelembung udara dihilangkan dari gel yang dihasilkan secara vakum pada kitasato selama 1 jam. Gel yang dihasilkan kemudian disebar secara perlahan dan sangat hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung dan dibiarkan kering selama 48 jam pada suhu ruang.

b. Karakterisasi edible film





Karakterisasi *edible film* meliputi : 1). Ketebalan *film*, 2). *Oxygen permeability* (OP), 3). *Water Vapor Permeability* dengan metode ASTM, 4). Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS).

3.5 Karakterisasi edible film dengan penambahan pektin

Pengujian kualitas *edible film* dapat dilakukan dengan pengujian karakteristik fisiokimia, mekanik dan fungsional yang dapat dilihat pada tabel 2,3, dan 4.

3.5.1. Karakteristik fisikokimia

a. SEM

Sumber pektin	Gambar	Hasil analisis SEM
Ekstrak kulit jeruk (<i>Citrus sinensis</i>) (Jridi et al., 2020)		Permukaan <i>film</i> masih menunjukkan tekstur yang kompak
Perlakuan kontrol		Permukaan <i>film</i> menunjukkan tekstur yang tidak teratur dan kurang kompak
Ekstrak pektin kulit jeruk (<i>Citrus sinensis</i>) (50:50)		

Struktur mikro antar perlakuan kontrol dan dengan pemberian 50 (w/w) pektin yang dilihat melalui *scanning electron microscopy* (SEM) dengan pemotongan silang *edible film* ada pada tabel 4. Hasil tersebut menunjukkan bagaimana polimer pembentukan *edible film*. Mikrograf menunjukkan hasil yang halus, kompak dan struktur yang halus, menunjukkan pelekatan yang baik dan kesatuan diantara lapisan-lapisan polimer *edible film* karena pengaruh pektin yang mampu memperbaiki tekstur *edible film* gelatin (Jridi et al., 2020)

b. Ketebalan



Referensi	Ketebalan (μm)	Perlakuan
Nurdiani et al., (2019)	124 \pm 15,72	P0 (kontrol)
Jridi et al., (2020)	187,33 \pm 2,2	P3
	76,26	P0
	98,64	P1
	97,36	P2
	97,86	P3

Ketebalan edible film dipengaruhi oleh luas cetakan, volume larutan, dan banyaknya total padatan dalam larutan *film*. Semakin banyaknya konsentrasi bahan dalam bahan tambahan pada edible film, maka akan semakin meningkatkan nilai ketebalan pada edible film. Hal ini dibuktikan oleh Nurdiani et al., (2016) jika semakin tinggi konsentrasi pektin yang ditambahkan maka akan meningkatkan total padatan. Peningkatan konsentrasi pektin akan meningkatkan polimer penyusun matriks *film* sehingga nilai ketebalan akan semakin tinggi. Pada hasil penelitian lain disebutkan jika semakin rendah konsentrasi pektin, maka nilai ketebalan akan semakin tinggi (Jridi et al., 2020). Hal ini dapat dipengaruhi oleh perbandingan pektin dengan gelatin dan bahan baku pektin yang digunakan sebagai sumber polisakarida hidrokoloid. Berdasarkan standar JIS (*Japan Industrial Standard*), ketebalan maksimum untuk edible film adalah 250 μm . Sehingga edible film gelatin tersebut masih bisa dikatakan layak untuk digunakan sebagai pengemas.

3.5.2. Karakteristik mekanik

a. Kuat tarik

Referensi	Kuat tarik (MPa)	Perlakuan
Nurdiani et al., (2019)	5,62 \pm 1,97	P1
	14,26 \pm 4,5	P5
Jridi et al., (2020)	6,23	P0
	7,80	P1
	10,25	P2
	14,36	P3

Pada tabel kuat tarik dapat dilihat jika nilai kuat tarik paling tinggi adalah pada perlakuan dengan penambahan gelatin dan pektin dengan perbandingan (50:50) pada Jridi et al., (2020). Hal ini menjelaskan jika semakin tinggi konsentrasi pektin yang diberikan maka nilai kuat tarik akan semakin tinggi. Nilai kuat tarik dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi bahan yang ditambahkan dalam penyusun matriks *film* sehingga meningkatkan kekuatan matriks. Matriks *film* akan semakin kompak sehingga



menghasilkan kuat tarik *edible film* yang besar (Nurdiani et al., 2016). Penentuan nilai kuat dilakukan dengan menggunakan alat Imada *Force Measurement* tipe ZP-200N, Japan (Nurdiani et al., 2016) dan Universal Testing Machine (Lloyd Instrument, Hampshire, UK) (Jridi et al., 2020).

b. Elongasi

Referensi	Elongasi (%)	Perlakuan
Nurdiani et al., (2019)	15	P1
	66,67	P5
Jridi et al., (2020)	10,97	P0
	7,02	P1
	6,97	P2
	4,36	P3

Persen pemanjangan atau elongasi merupakan parameter yang penting dalam penentuan kualitas *edible film* gelatin. Hal ini dikarenakan elongasi merupakan kemampuan *edible film* dalam menahan beban dan gaya tarik yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi pektin yang diberikan, maka persen elongasi akan semakin tinggi. Hal ini karena komponen penyusun matriks *film* termasuk komponen hidrofilik yang menyebabkan terbentuknya ruang bebas dan meningkatkan mobilitas molekul membentuk ikatan hidrogen. Sifat fleksibilitas *edible film* dapat dipengaruhi oleh polaritas senyawa pembentuknya yang menyebabkan terjadinya ikatan antar air dan polimer, sehingga ikatan antar polimer menjadi berkurang dan fleksibilitas meningkat. Dijelaskan jika persentase elongasi *edible film* digolongkan baik jika nilainya lebih dari 50% dan jelek jika nilainya kurang dari 10%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, *edible film* dengan penambahan pektin mempunyai tingkat elongasi yang cukup baik (Nurdiani et al., 2016). Hasil *edible film* gelatin tanpa pemberian pektin juga memberikan nilai persen elongasi yang tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena jenis pektin yang digunakan dan jenis perlakuan yang diberikan pada gelatin (Jridi et al., 2020).

Uji elongasi menurut Jridi et al., (2020) dilakukan dengan menggunakan alat Universal Testing Machine (Lloyd Instrument, Hampshire, UK) dengan cara sampel *edible film* yang berbentuk persegi dipotong berukuran 5 cm x 2,5 cm menggunakan pemotong Thwing-Albert JDC Precision Sample Cutter, USA untuk mendapatkan panjan yang akurat dan sisi paralel di sepanjang *edible film*. Sebelum dilakukan pengujian, seluruh sampel diseimbangkan selama 2 minggu pada suhu 25°C dan dengan RH 50%. Sampel *edible film* dijepit dan dirusak dibawah alat uji menggunakan 300 N dengan kecepatan 50 mm/menit sampai sampel pecah.



3.5.3. Karakteristik fungsional (barrier)

a. WVP (*Water Vapor Permeability*)

Referensi	WVP	Perlakuan
Nurdiani et al., (2019)	25,44±20,6	P0
	36,24±45,6	P4
Jridi et al., (2020)	2,05±0,01	P0
	1,85±0,05	P1
	1,79±0,03	P2
	1,54±0,02	P3

Dari kedua edible film gelatin pada tabel, dapat disimpulkan jika semakin tinggi konsentrasi pektin yang membentuk gel, maka akan menurunkan laju transmisi uap air *edible film*. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya molekul larutan yang menyebabkan matriks film semakin banyak, sehingga struktur *film* yang kuat dengan struktur jaringan *film* yang semakin kompak dan kokoh dapat meningkatkan kekuatan *film* dalam menahan laju transmisi uap air (Nurdiani et al., 2016). Selain pengaruh pektin yang diberikan, pengaruh penambahan plasticizer berupa gliserol juga mempengaruhi nilai WVP. Gliserol bersifat hidrofilik sehingga transfer uap air dari lingkungan ke permukaan sampel *film* menjadi lebih cepat. Gliserol dengan berat molekul kecil akan lebih banyak masuk ke dalam jaringan *amorphous film* sehingga meningkatkan ruang, kesempatan air teradsorpsi dan transfer air dalam *film* semakin banyak.

Uji Water Vapor Permeability menurut Espitia et al., (2016) menggunakan metode ASTM E96-95. Prosedur gravimetri yang digunakan dengan menghitung jumlah air yang terserap oleh kalsium klorida. Tahapan pertama dengan menyiapkan berat yang konstan. Jumlah film yang kering ditempatkan pada wadah dengan memberikan *head space* kurang lebih 1 cm. edible film lalu diletakkan pada suau sel dengan menekan cincin untuk diketahui area Water Vapor Permeabilitinya. Sel tersebut kemudian diletakkan pada wadah besar dengan RH 62% dan disimpan pada suhu ruang kurang lebih 23°C. kenaikan masa dan suhu paad tiap tiap sel selau dicatat tiap 24 jam selama lima hari lamanya. Pengulangan dilakukan selama tiga kali.



KESIMPULAN

Edible film merupakan lapisan tipis dengan ketebalan $\pm 0,3$ mm yang mampu melapisi bahan atau produk pangan, dapat dimakan bersama produk dan berfungsi untuk memperpanjang masa simpan produk yang diaplikasikan. Gelatin merupakan bahan dengan kandungan protein kolagen yang didapat dengan mengekstrak bagian kulit ikan. Sifat gelatin yang mampu berubah cairan menjadi padatan dan sol menjadi gel merupakan salah satu parameter bahwa gelatin cocok untuk dijadikan bahan baku pembentuk *edible film*. Bahan penyusun *edible film* salah satunya berbasis polisakarida lainnya kationik yaitu pektin. *Edible film* berbasis gelatin dan pektin memiliki karakteristik diantaranya mampu membentuk lapisan *film* yang baik, stabil, fleksibel dan mudah terurai (biodegradabel). *Edible film* gelatin dengan penambahan pektin dapat menghasilkan sifat mekanis yang baik dengan penambahan bahan pemlastis namun *film* dengan hanya menggunakan salah satu bahan protein belum memiliki sifat *barrier* yang baik karena bersifat hidrofilik.

DAFTAR PUSTAKA

- Augustia, V. A. S., D. I. Nugraha, & S. K. Wirawan. 2018. Pengaruh Rasio Isopropil Alkohol Terhadap Recovery Dan Karakteristik Serbuk Pektin Dari Kulit Kakao. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 7(2), 1–5. <https://doi.org/10.32734/jtk.v7i2.1637>
- Oria, B., A., Rodríguez-Gutiérrez, G., Rubio-Senent, F., Fernández-Prior, Á., & Fernández-Bolaños, J. 2019. Effect of edible pectin-fish gelatin films containing the olive antioxidants hydroxytyrosol and 3,4-dihydroxyphenylglycol on beef meat during refrigerated storage. *Meat Science*, 148(July 2018), 213–218. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.003>
- Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J. A., & Vázquez, M. (2017). Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*, 68, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.09.009>
- Darmajana, D. A., Afifah, N., Solihah, E., & Indriyanti, N. (2018). Pengaruh Pelapis dapat Dimakan dari Karagenan terhadap Mutu Melon Potong dalam Penyimpanan Dingin. *AgriTech*, 37(3), 280. <https://doi.org/10.22146/agritech.10377>
- Deanti, H., Hulu, J. M., Setyaji, A., Eliyanti, R. N., Aliya, K., & Dewi, E. N. (2018). The Quality of Edible Film Made from Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Skin Gelatin with Addition of Different Type Seaweed Hydrocolloid. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 116(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/116/1/012062>
- Elango, J., Robinson, J. S., Arumugam, V., Geevaretnama, J., & Durairaj, S. (2015). Journal of Molecular and Genetic Mechanical and Barrier Properties of Multi-Composite Shark Catfish (*Pangasius fungaseous*) Skin Gelatin Films with the Addition of Sorbitol, Clay and Chitosan Using Response Surface Methodology. *Journal of Molecular and Genetic Medicine*. <https://doi.org/10.4172/1747-0862.S4-004>
- Espinoza, L., Claudia, Carvajal-Millán, E., Balandrán-Quintana, R., López-Franco, Y., & Rascón-Chu, A. (2018). Pectin and pectin-based composite materials: Beyond food texture. *Molecules*, 23(4). <https://doi.org/10.3390/molecules23040942>
- Espitia, P. J. P., P., Du, W., Avena-bustillos, R. D. J., Fátima, N. De, Soares, F., & Mchugh, T. H. (2014). Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties. *Food Hydrocolloids*, 35, 287–296. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.06.005>
- Finarti, R., Wahyudi, D., Akbar, M., & Ula, R. (2018). Rendemen dan ph gelatin kulit ikan nila (*Oreochromis niloticus*) Yang direndam pada berbagai konsentrasi hcl. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(1), 22–27. <https://doi.org/10.31970/pangan.v3i1.9>
- Gunawan, F., Suptijah, P., & Uju. (2017). Ekstraksi dan karakterisasi gelatin kulit ikan tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) dari provinsi kepulauan bangka belitung. *Jphpi*, 20(Dkp 2015), 568–581.
- Hidayat, G., Nurcahya Dewi, E., & Rianingsih, L. (2016). Characteristics of Bone Gelatin Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Processed by Using Hydrolysis With Phosphoric Acid and Papain Enzyme. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(1), 69–78. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.1.69>
- Irvan, M., Studi, P., Hasil, T., Perikanan, J., & Diponegoro, U. (2019). Pengaruh Penambahan Gelatin Dari Kulit Ikan Yang Berbeda Terhadap Karakteristik Chikuwa. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 3(1), 78–93.
- Islami, A. D., Junianto, & Rostika, R. (2018). Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Kulit Kakap pada Hasil Ekstraksi Suhu yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 9(2), 34–40.



Jeevahan, J., & Govindaraj, M. (2017). a Brief Review on Edible Food. *Journal of Global Engineering Problems & Solutions*, 1(1), 9–19.

Jridi, M., Abdelhedi, O., Salem, A., Kechaou, H., Nasri, M., & Menchari, Y. 2020. Physicochemical, antioxidant and antibacterial properties of fish gelatin-based edible films enriched with orange peel pectin: Wrapping application. *Food Hydrocolloids*, 103(July 2019), 105688. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105688>

Julianto, G. E., U. dan A. H. 2011. Karakterisasi Edible Film Dari Gelatin Kulit Nila Merah Dengan Penambahan Plasticizer Sorbitol Dan Asam Palmitat. *Jurnal Perikanan*, 13(1), 27–34. <https://doi.org/10.22146/jfs.3059>

Liu, J., Wang, H., Wang, P., Guo, M., Jiang, S., Li, X., & Jiang, S. 2018. Films based on κ-carrageenan incorporated with curcumin for freshness monitoring. *Food Hydrocolloids*, 83, 134–142. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.012>

López, M. A. V., Tecante, A., Granados-Navarrete, S., & Martínez-García, C. 2016. Preparation of Modified Films with Protein from Grouper Fish. *International Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1155/2016/3926847>

Miskiyah, J. dan E. S. I. 2015. Potensi edible film antimikroba sebagai pengawet daging potential. *Buletin Peternakan*, 39(2), 129–141.

Nasution, R. S. 2019. Aplikasi dan karakterisasi edible film dari karaginan (*Eucheuma cottonii*) pada buah. *Amina*, 1(1), 18–27.

Nguyen, T. T., Thi Dao, U. T., Thi Bui, Q. P., Bach, G. L., Ha Thuc, C. N., & Ha Thuc, H. 2020. Enhanced antimicrobial activities and physicochemical properties of edible film based on chitosan incorporated with *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. leaf extract. *Progress in Organic Coatings*, 140, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105487>

Ningrum, A., Hapsari, M. W., Nisa, A. A., & Munawaroh, H. S. H. 2020. Edible film characteristic from yellowfin skin tuna (*Thunnus albacares*) gelatin enriched with cinnamon (*cinnamomum zeylanicum*) and roselle (*hibiscus sabdariffa*). *Food Research*, 4(5), 1646–1652. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(5\).097](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(5).097)

Nazurah, N. F., R., & Nur Hanani, Z. A. 2017. Physicochemical characterization of kappa-carrageenan (*Eucheuma cottoni*) based films incorporated with various plant oils. *Carbohydrate Polymers*, 157, 1479–1487. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.11.026>

Nurdiani, R., Yufidasari, H. S., & Sherani, J. S. 2019. Karakteristik edible film dari gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dengan penambahan pektin. *JPHPI*, 22(1).

Nurhayati dan Agusman. 2011. Edible Film Kitosan dari Limbah Udang sebagai Pengemas Pangan Ramah Lingkungan. *Squalen*, 6(1), 38–44.

Oktaviani, I., Perdana, F., & Nasution, A. Y. (2017). Perbandingan sifat gelatin yang berasal dari kulit ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dan gelatin yang berasal dari kulit ikan komersil. *JOPS (Journal Of Pharmacy and Science)*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.36341/jops.v1i1.368>

Polnaya, F. J., Alfons, N. D. J., & Souripet, A. (2019). Karakteristik Edible Film Komposit Pati Sagu Molat-Pektin. *Buletin Palma*, 20(2), 111. <https://doi.org/10.21082/bp.v20n2.2019.111-118>

Pradana, G. W., Jacob, A. M., & Ruddy, S. (2017). Karakteristik Tepung Pati dan Pektin Buah Pedada serta Aplikasinya sebagai Bahan Baku Pembuatan Edible Film. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 609–619.



journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi

- Rofikah, W. P. dan W. S. (2014). Pemanfaatan pektin kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca Linn*) untuk pembuatan edible film. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2252).
- Roikah, S., Rengga, W. D. P., Latifah, L., & Kusumastuti, E. (2016). Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi,L*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(1), 29–36. <https://doi.org/10.15294/jbat.v5i1.5432>
- Rusli, A., Metusalach, Salengke, & Tahir, M. M. (2017). Karakterisasi Edible Film Karagenan Dengan. *Jphpi 2017*, 20(2), 219–229.
- Saleh, R. (2011). Ekstraksi gelatin dari limbah tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) dengan metode asam. *Jurnal Teknosains*, 5(1), 33–42.
- Salimah, T., W. F. M. dan R. (2016b). Pengaruh transglutaminase terhadap mutu edible film gelatin kulit ikan kakap putih (*Lates calcalifer*) The. *J. Peng. & Biotek. Hasil Pi.*, 5(1), 49–55.
- Suryanti, R. Indrati, Irianto, H. E., & Marseno, D. W. (2016). Comparison study on the extraction of gelatin from nila fish (*Oreochromis niloticus*) skin using acetic acid and citric acid. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(8), 777–783. <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.777.783>
- Syahaeni, M. Anwar dan, H. (2017). Pengaruh konsentrasi asam sitrat dan waktu demineraliasi pada perolehan gelatin dari tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*). *Analytical and Environmental Chemistry*, 2(01), 53–62.
- Thakhiew, W., Devahastin, S., & Soponronnarit, S. (2010). Effects of drying methods and plasticizer concentration on some physical and mechanical properties of edible chitosan films. *Journal of Food Engineering*, 99(2), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.02.025>
- Trilaksani, W., Nurilmala, M., & Setiawati, I. H. (2012). Ekstraksi gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dengan proses perlakuan asam. *JPHPI*, 15(3), 240–251. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v15i3.21436>
- Wahyuningtyas, D. dan Y. S. (2016b). Loading asam salisilat dari modifikasi edible film pektin – pati jagung dengan plasticizer gliserol. *Prosiding Penelitian Seminar Nasional*. <https://doi.org/10.1271/bbb.65.2200>
- Wulandari, A. Supriadi, B. P. (2013). Pengaruh defatting dan suhu ekstraksi terhadap karakteristik fisik gelatin tulang ikan gabus (*Channa striata*). 2(1), 38–45.