

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi dan Syarat Mutu Permen Jeli

Permen adalah makanan ringan yang memiliki rasa manis dan digemari oleh masyarakat dari berbagai kalangan. Permen jeli berdasarkan kekerasannya dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu permen keras (*hard candy*) dan permen lunak (*soft candy*) atau permen jeli (Bachtiar dkk., 2017). Permen jeli merupakan permen bertekstur lunak, yang diproses dengan penambahan komponen hidrokoloid seperti gelatin, pektin, agar, gum, karagenan, pati, dan lain-lain yang digunakan untuk modifikasi tekstur, sehingga menghasilkan produk yang kenyal, harus dicetak dan diproses *aging* (penyimpanan dalam kondisi dan waktu tertentu agar mencapai karakter produk yang diinginkan) terlebih dahulu sebelum dikemas (Badan Standarisasi Indonesia, 2018).

Permen jeli umumnya terbuat dari sari buah, bahan pembentuk gel, gula, asam sitrat, dan air (Harahap, 2019). Pembuatan produk permen jeli pada umumnya menggunakan campuran sari buah, gula, asam, dan bahan pembentuk gel hingga terbentuk adonan dengan tekstur yang kenyal dan kenampakannya transparan (Ferdin dkk., 2019). Syarat permen jeli yang baik adalah memiliki sifat transparan, tekstur yang kenyal dan mudah untuk dipotong-potong, tidak lengket, tidak berlendir, tidak mudah pecah, dan mempunyai karakteristik permukaan yang baik seperti halus dan lembut (Charley dan Weaver, 1998).

Salah satu faktor keberhasilan pembuatan permen jeli adalah pada pH atau tingkat keasamaan. Penambahan asam sitrat ($C_6H_8O_7$) digunakan untuk

menurunkan nilai pH dan mengkondisikan pembentukan gel pada bahan yang mengandung pektin. Pembentukan gel dari pektin terjadi pada pH optimum 3-4 (Rachmawati, 2018). Syarat mutu dari permen jeli menurut SNI 3547-2-2008 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Permen Jeli SNI 3547-2-2008

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan:		
a. Bau	-	Normal
b. Rasa	-	Normal
Kadar air	% fraksi massa	Maks. 20,0
Kadar abu	% fraksi massa	Maks. 3,0
Gula reduksi	% fraksi massa	Maks. 25,0
Sakarosa	% fraksi massa	Min. 27,0
Cemaran logam		
a. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0
b. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0
c. Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
d. Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 10
Cemaran mikroba		
a. Angka Lempeng Total	koloni/g	Maks. 5×10^4
b. Bakteri <i>coliform</i>	APM/g	Maks. 20
c. <i>Escherichia coli</i>	APM/g	<3
d. <i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	Maks. 1×10^2
e. <i>Salmonella</i>		Negatif/ 25 gr
f. Kapang/khamir	koloni/g	Maks. 1×10^2

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2008).

B. Deskripsi, Klasifikasi, dan Kandungan Gizi Buah Tin

Tin atau ara (*Ficus carica* L.) merupakan tumbuhan daerah tropis dan subtropis dari keluarga Moraceae yang berasal dari Timur Tengah dan Asia Barat. Tanaman ini telah menyebar ke berbagai wilayah di dunia, salah satunya adalah di Indonesia (Makmun dan Azizah, 2020). Tanaman tin mampu beradaptasi di berbagai kondisi tempat tumbuh dan memiliki umur yang cukup

panjang (Joseph dan Raj, 2011). Kenampakan tanaman tin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Tin (*Ficus carica L.*) (Joseph dan Raj, 2011).

Pohon tin dapat tumbuh hingga 10 meter dengan ciri-ciri memiliki batang bergetah serta daun berwarna hijau dan bergerigi di bagian tepi daun (Joseph dan Raj, 2011). Daun tin merupakan daun tunggal dengan tekstur yang kasar atau berbulu halus, panjang daunnya 6 hingga 18 cm dan lebar 5 hingga 15 cm dengan bentuk tulang daun lateral pertama lurus menjorok terhadap ibu tulang daun pada pangkalnya dengan pola 3 cabang (Amlia dan Hazar, 2022).

Buah tin muda memiliki kulit buah berwarna hijau, sedangkan buah tin yang matang memiliki warna hijau, coklat, hingga ungu pada kulit buah. Buah tin memiliki biji-biji kecil yang banyak serta daging buahnya berwarna merah dan memiliki rasa yang manis (Joseph dan Raj, 2011). Pohon tin umumnya mulai berbuah setelah 2 hingga 3 tahun. Waktu panen buah yang optimal pada fase ke-3 perkembangan buah, yaitu sekitar 9 hingga 12 minggu (Singh dan Choudhary, 2012; Panchai dan Boonplod, 2021). Menurut Joseph dan Raj (2011), klasifikasi tanaman tin yaitu:

Kerajaan : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Bangsa : Rosales
 Keluarga : Moraceae
 Marga : Ficus
 Jenis : *Ficus carica* L.

Buah tin memiliki berbagai manfaat kesehatan karena dianggap sebagai sumber serat larut, mineral, dan vitamin yang sangat baik, namun memiliki masa simpan yang singkat (Kumari dkk., 2018). Masa simpan buah tin sekitar 3 hari pada penyimpanan suhu ruang, namun dapat diperpanjang hingga 6-9 hari pada penyimpanan 4 °C (Jadhav dan Gurav, 2018). Buah tin matang memiliki umur simpan yang cukup singkat, sehingga perlu dilakukan pemanfaatan buah tin untuk menghindari kerusakan buah (Kumari dkk., 2018). Kandungan buah tin segar ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Buah Tin Segar Per 100 g

No	Zat Gizi	Kandungan
1	Air (g)	88,1
2	Karbohidrat (g)	7,6
3	Protein (g)	1,3
4	Lemak (g)	0,2
5	Serat kasar (g)	2,2
6	Energi (Kcal)	37
7	Kalsium (mg)	80
8	Fosfor (mg)	30
9	Besi (mg)	1,0

(Sumber: Pal, 2020).

Senyawa antioksidan utama yang ada pada daging buah tin adalah epikatekin dan sianidin-3-rutinosida, sedangkan pada kulit buah tin adalah sianidin-3,5-diglukosida dan sianidin-3-rutinosida yang merupakan golongan flavonoid (Hssaini dkk., 2021). Kandungan antosianin pada buah tin terlihat dari daging buah yang berwarna merah keunguan. Antioksidan merupakan zat yang

memiliki kemampuan menghambat atau mencegah oksidasi pada substrat yang disebabkan oleh radikal bebas (Putri, 2019). Selain kandungan antioksidan, buah tin juga memiliki kandungan pektin yang dapat berfungsi sebagai bahan pembentuk gel pada pembuatan permen *jeli*. Ekstraksi pektin dari kulit buah tin dengan pelarut air mampu menghasilkan pektin sebesar 6,05% dengan derajat esterifikasi sebesar 38,75% (Gharibzahedi dkk., 2019).

C. Bahan Pembentuk Gel (*Gelling Agent*)

Bahan pembentuk gel atau hidrokoloid merupakan bahan tambahan pangan larut air yang berfungsi untuk mengubah cairan menjadi padatan yang elastis atau membentuk gel. Beberapa jenis bahan pembentuk gel yang sering digunakan dalam industri pangan adalah gelatin, pektin, gum arab, pati, dan agar-agar (Widyastuti dkk., 2018). Pembentukan gel adalah penggabungan rantai-rantai polimer yang akan membentuk jala tiga dimensi yang saling bersambungan. Pembentukan gel akan menghasilkan padatan yang memiliki sifat elastis (Utomo, 2016).

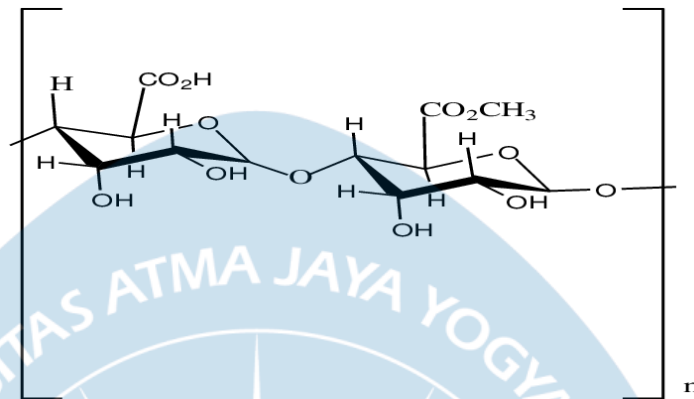
Gelatin merupakan protein yang dapat diperoleh melalui hidrolisis parsial kolagen berasal dari kulit, jaringan ikat, dan tulang hewan (Rusli dan Ayu, 2018). Karakteristik gelatin adalah tidak berwarna hingga sedikit kekuningan, tidak berasa, dan dapat berbentuk lembaran maupun granula (Gunawan, 2013). Perbedaan gelatin dengan bahan pembentuk gel lain adalah sifatnya yang *reversible*, yaitu dapat membentuk sol bisa dipanaskan dan dapat membentuk gel kembali bila didinginkan (Rusli dan Ayu, 2018). Penambahan gelatin sebesar 6% hingga 12% mampu menghasilkan permen *jeli* dengan tekstur yang baik

(Capdepon dkk., 2018). Perbandingan gelatin dan pektin dalam formulasi permen *jeli* dengan hasil paling optimal adalah 1:1 (Andriani dkk., 2021).

Terdapat dua jenis gelatin, yaitu gelatin tipe A dan gelatin tipe B. Gelatin tipe A umumnya berasal dari kulit babi serta ikan melalui perlakuan asam dan memiliki titik isoelektrik atau titik pengendapan protein pada pH 7,5 hingga 9. Gelatin tipe B berasal dari kulit dan tulang sapi melalui perlakuan alkali dan memiliki titik isoelektrik yang lebih rendah dari gelatin tipe A yaitu 4,8 hingga 5. Bahan baku industri gelatin di dunia sebanyak 45,80% berasal dari kulit babi, 28,40% dari kulit sapi, dan 24,20% dari tulang sapi. Banyaknya gelatin yang terbuat dari kulit babi merupakan masalah penting bagi masyarakat Muslim, sehingga pemanfaatan pektin dari kulit buah tin menjadi sumber agen pembentuk gel yang aman dan halal dikonsumsi bagi masyarakat Muslim di Indonesia (Sugita dkk., 2021).

Pektin adalah polisakarida larut air yang berada di lamela tengah dan dinding sel tumbuhan yang tersusun atas asam-asam galakturonat dan gugus karboksil yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4-glikosidik yang strukturnya dapat dilihat pada Gambar 2 (Lara-Espinoza dkk., 2018). Pektin terdiri dari 3 bagian penyusun utama, yaitu homogalakturonan, rhamnogalakturonan I, dan rhamnogalakturonan II (Yang, dkk., 2022). Pektin merupakan senyawa polimer yang mampu mengikat air sehingga membentuk gel dan mampu mengentalkan cairan bersama dengan penambahan gula dan asam (Nurani, 2020). Penggunaan pektin sebagai *gelling agent* bertujuan untuk memperoleh tekstur permen jeli

yang kenyal (Abid dkk., 2017). Substitusi atau kombinasi gelatin dengan pektin mampu meningkatkan kualitas permen jeli (Renaldi dkk., 2022).



Gambar 2. Struktur Kimia Pektin (Jabarrah, 2012).

Kadar pektin menunjukkan persentase banyaknya pektin yang terekstrak dari dinding sel tumbuhan, prinsip ekstraksi pektin adalah hidrolisis atau pemecahan protopektin yang tidak larut air menjadi pektin yang larut air yang dapat terjadi pada derajat keasaman dan suhu tertentu (Indrawati dkk., 2024). Pektin dapat diekstrak pada pH 1,5 hingga 3, pada suhu antara 60°C hingga 100°C selama 1 hingga 3 jam (Belkheiri dkk., 2021). Asam dapat memecah ikatan protopektin pada dinding sel tumbuhan, sedangkan kondisi panas dapat meningkatkan energi kinetik molekul protopektin sehingga proses hidrolisis semakin optimal. Pelarut asam sitrat merupakan pelarut pektin yang baik karena mampu menghasilkan kadar pektin yang lebih tinggi daripada pelarut asam klorida, hal ini juga didukung dengan fakta asam sitrat merupakan asam lemah, sehingga mampu mencegah pemecahan pektin lebih lanjut menjadi asam pektat yang menyebabkan penurunan kadar pektin (Indrawati dkk., 2024). Penelitian Gharibzahedi dkk. (2019) menghasilkan kadar pektin kulit buah tin sebesar

6,05%, sedangkan penelitian Kuthuru dan Annammadev (2022) menunjukkan hasil ekstraksi pektin buah tin yaitu 16%.

Berat ekivalen menunjukkan total asam galakturonat yang tidak teresterifikasi. Semakin tinggi berat ekivalen maka semakin tinggi pula derajat esterifikasi pada pektin. Semakin tinggi berat ekivalen maka kadar asam galakturonat bebas semakin besar, sehingga kemampuan pembentukan gel semakin tinggi dan gel yang terbentuk semakin kuat (Akhter dkk., 2024).

Berat ekivalen kulit buah sukun yang merupakan satu famili dengan buah tin (Moraceae) adalah sebesar 3.123,34g/mol (Anwar dkk., 2022). Berat ekivalen dipengaruhi oleh kadar pektin, semakin tinggi kadar pektin maka berat ekivalen semakin tinggi. Semakin tinggi berat ekivalen maka kadar asam galakturonat bebas semakin besar, sehingga kemampuan pembentukan gel semakin tinggi dan gel yang terbentuk semakin kuat. Semakin tinggi berat ekivalen menunjukkan kualitas pembentukan gel yang lebih baik (Akhter dkk., 2024).

Kadar metoksil pektin kulit buah sukun yang merupakan satu famili (Moraceae) dengan buah tin yaitu 3,04% (Anwar dkk., 2022). Kandungan metoksil pada pektin dibagi menjadi pektin bermetoksil rendah dan pektin bermetoksil tinggi. Pektin dikategorikan bermetoksil rendah bila kandungan metoksil kurang dari 7,12%, sedangkan pektin dikategorikan bermetoksil tinggi bila kandungan metoksil lebih dari 7,12%. Pektin bermetoksil tinggi mampu membentuk gel pada kondisi asam atau pH rendah dan adanya gula (Soedirga dan Marchellin, 2022).

Pektin dapat dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan derajat metilasinya, yaitu pektin bermetoksil tinggi (derajat metilasi lebih dari 50%) dan pektin bermetoksil rendah (derajat metilasi kurang dari 50%) (Leong dkk., 2016). Pektin bermetoksil tinggi mampu membentuk gel dengan adanya gula dan asam, sedangkan pektin bermetoksil rendah membutuhkan ion polivalen untuk mampu membentuk gel. Semakin tinggi kadar metoksil maka kemampuan membentuk gel semakin baik (Utami dkk., 2021).

Total asam galakturonat pada pektin merupakan faktor penting dalam penentuan kualitas pektin. Semakin tinggi kadar asam galakturonat maka semakin tinggi mutu pektin dan kemampuan dalam mengikat air. Total asam galakturonat pada pektin kulit buah tin sebesar 52,47% (Gharibzahedi dkk., 2019). Semakin tinggi kadar asam galakturonat maka semakin tinggi mutu pektin dan kemampuan dalam mengikat air (Belkheiri dkk., 2021).

Derajat esterifikasi merupakan persentase banyaknya asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi oleh etanol. Besarnya derajat esterifikasi dipengaruhi oleh kadar metoksil dan total asam galakturonat pada pektin (Belkheiri dkk., 2021). Derajat esterifikasi pektin buah tin sebesar 55,6-65,3% (Kuthuru dan Annammadevi, 2022).

Pektin bermetoksil rendah memiliki derajat esterifikasi kurang dari 50%, sedangkan pektin bermetoksil tinggi memiliki derajat esterifikasi lebih dari 50%. Pektin yang terdapat pada pasta ekstrak kulit buah tin termasuk pektin bermetoksil tinggi. Pektin bermetoksil tinggi mampu membentuk gel pada kondisi asam atau pH rendah dan adanya gula (Akhter dkk., 2024). Suasana asam

akan meningkatkan kecepatan hidrolisis protopektin menjadi pektin, sehingga kadar pektin akan semakin banyak (Soedirga dan Marchellin, 2022).

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor penting dalam ekstraksi pektin dari kulit buah karena akan menentukan banyaknya pektin yang dapat terekstrak dari kulit buah. Suasana asam akan meningkatkan kecepatan hidrolisis protopektin menjadi pektin, sehingga kadar pektin akan semakin banyak (Soedirga dan Marchellin, 2022). Derajat keasaman buah tin menurut Kuthuru dan Annammadevi (2022) adalah 6,00, sedangkan menurut penelitian Abbas dkk. (2016) pH buah tin sebesar 4,07. Menurut penelitian Soedirga dan Marchellin (2022), pektin kulit buah naga diekstrak menggunakan asam sitrat. Semakin banyak ekstrak pektin yang ditambahkan pada formulasi permen jeli maka semakin asam atau semakin rendah nilai pH permen jeli.

Tekstur merupakan parameter yang penting pada pengujian kualitas permen jeli. Permen jeli dengan kadar gelatin yang tinggi dengan kadar pektin yang rendah akan memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi daripada permen jeli dengan kadar pektin yang lebih tinggi daripada kadar gelatin (Renaldi dkk. (2022). Menurut penelitian Mahendra (2022), permen jeli buah apel dengan pasta ekstrak ampas apel memiliki nilai kekerasan permen jeli sebesar 12,03N, kelengketan sebesar 8,38N, dan daya kunyah sebesar 9,14N.

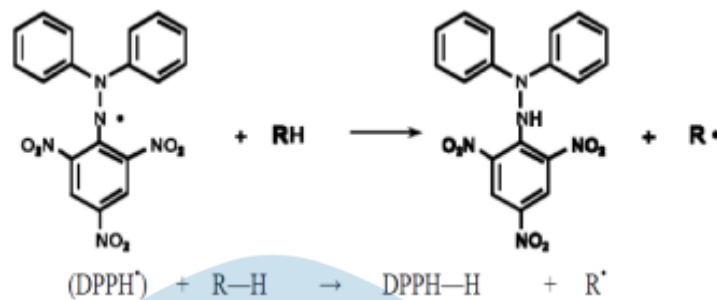
Penambahan pektin dengan kadar yang tinggi dapat meningkatkan kekerasan gel. Semakin tinggi nilai kekerasan permen jeli maka semakin tinggi pula nilai kelengketan pada produk permen jeli. Nilai kekerasan dan kelengketan

permen jeli yang semakin tinggi menunjukkan kekuatan gel yang terbentuk semakin kuat (Soedirga dan Marchellin, 2022).

Permen jeli dengan kualitas yang baik harus mudah dikunyah dan ditelan. Hasil pengujian daya kunyah merupakan hasil perkalian dari kekerasan dan kelengketan, peningkatan nilai kelengketan dan kekenyalan akan menyebabkan peningkatan nilai daya kunyah permen jeli (Soedirga dan Marchellin, 2022). Peningkatan jumlah gelatin menyebabkan produk permen jeli yang semakin kenyal, sedangkan peningkatan jumlah pektin pada permen jeli menyebabkan tekstur permen jeli yang lebih halus (DeMars dan Ziegler, 2001). Daya kunyah meningkat seiring bertambahnya perbandingan jumlah pektin dan penurunan jumlah gelatin yang berbanding lurus dengan kekerasan, sedangkan pada parameter kekenyalan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (Lam dkk., 2025).

D. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang mampu mencegah kerusakan sel dengan cara menstabilkan radikal bebas melalui transfer elektron. Radikal bebas adalah atom atau molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan sehingga sifatnya tidak stabil. Mekanisme penangkalan radikal bebas DPPH oleh senyawa antioksidan adalah melalui transfer elektron dan donasi ion hidrogen. Senyawa antioksidan akan mendonorkan ion hidrogen untuk berikatan dengan senyawa radikal bebas DPPH yang sebelumnya tidak stabil menjadi stabil (Rahman dkk., 2015). Mekanisme penangkalan radikal bebas oleh senyawa antioksidan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme Penangkalan Radikal Bebas oleh Senyawa Antioksidan (Faidah, 2019).

Aktivitas antioksidan adalah kemampuan sampel untuk mengikat radikal bebas. Metode analisis aktivitas antioksidan yang umum digunakan adalah dengan senyawa radikal bebas DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) (Mujic dkk., 2012). Aktivitas antioksidan ditunjukkan dari persentase kemampuan senyawa antioksidan untuk menghambat senyawa radikal bebas. Senyawa DPPH digunakan dalam metode uji aktivitas antioksidan sari buah tin karena DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil yang umum digunakan, pengujiannya juga memakan waktu yang relatif singkat (Mujic dkk., 2012).

Penggolongan jenis antioksidan berdasarkan kekuatannya menghambat radikal bebas DPPH mengacu pada kontrol antioksidan vitamin C yang telah dilakukan penelitian dan dikomersialkan dengan aktivitas antioksidan 96,4% hingga 100%. Aktivitas antioksidan tergolong sangat tinggi bila persentase inhibisi radikal DPPH lebih dari 90%, tergolong tinggi bila aktivitas antioksidan 50% hingga 90%, tergolong sedang bila aktivitas antioksidan 20% hingga 50%, tergolong rendah bila aktivitas antioksidan kurang dari 20%, dan tidak ada aktivitas antioksidan bila 0% (Saefudin dkk., 2013).

Penelitian tentang aktivitas antioksidan pada buah tin segar menunjukkan hasil sebesar 75,26% (Mujic dkk., 2012). Penelitian lainnya tentang aktivitas

antioksidan buah tin menunjukkan hasil sebesar 93,8% (Yang dkk., 2009). Penurunan aktivitas antioksidan secara signifikan dapat terjadi pada pemanasan suhu 60°C ke atas (Kiptiyah dkk., 2023). Senyawa antioksidan utama yang ada pada daging buah tin adalah epikatekin dan sianidin-3-rutinosida, sedangkan pada kulit buah tin adalah sianidin-3,5-diglukosida dan sianidin-3-rutinosida yang merupakan golongan flavonoid (Hssaini dkk., 2021).

Senyawa antioksidan yang dominan pada daging buah tin, yaitu epikatekin dan sianidin-3-rutinosida memiliki kadar 5,23 µg/g berat kering dan 9,01 µg/g berat kering. Senyawa antioksidan yang dominan pada kulit buah tin, yaitu sianidin-3,5-diglukosida dan sianidin-3-rutinosida memiliki kadar 75,90 µg/g berat kering dan 77,97 µg/g berat kering (Hssaini dkk., 2021). Konsentrasi sianidin-3-rutinosida pada daging buah tin adalah 68-79%, sedangkan pada kulit adalah 48-81%. Konsentrasi sianidin-3,5-diglukosida pada kulit buah tin adalah 11,9% (Duenas dkk., 2008).

Senyawa antioksidan yang terdapat pada daging and kulit buah tin termasuk ke golongan polifenol yaitu flavonoid. Epikatekin yang merupakan golongan flavanol memiliki tiga cincin hidrokarbon yang terdiri dari enam gugus hidroksil pada posisi yang berbeda. Epikatekin memiliki stereoisomer yaitu epigalokatekin, epikatekin-3-galat, dan apigalokatekin-3-galat (Prakash dkk., 2019). Epikatekin terpolimerisasi menjadi katekin secara signifikan saat dipanaskan pada suhu 80°C (Loncaric dkk., 2018).

Antosianin merupakan pigmen alami dengan warna ungu kemerahan yang bersifat larut air. Sianidin-3-rutinosida diketahui merupakan antosianin yang

paling stabil pada suhu tinggi. Senyawa sianidin-3-rutinosida dan sianidin-3,5-diglukosida yang terdapat pada buah tin dapat terdegradasi dengan kecepatan yang konstan pada pH 2,2 dan suhu 100°C (Sui dkk., 2014).

Kulit buah umumnya memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi daripada daging buah karena pada kulit buah memiliki kandungan senyawa flavonoid, fenolik, dan kumarin yang berfungsi sebagai antioksidan (Meghana dkk., 2017). Aktivitas antioksidan pada daging buah tin sebesar 33,14%, sedangkan pada kulit buah tin sebesar 45,44% (Ancha dkk., 2025). Kandungan antioksidan pada kulit buah lebih tinggi daripada daging buah karena kulit buah membutuhkan senyawa antioksidan tersebut sebagai proteksi di lapisan terluar buah yang merupakan mekanisme protektif untuk melindungi jaringan dan cairan pada buah dari kerusakan oksidatif akibat adanya ROS (*Reactive Oxygen Species*), yaitu radikal bebas yang mengandung oksigen. Adanya zat antioksidan pada kulit buah juga berfungsi untuk melindungi buah dari sinar UV, patogen, dan predator (Czech dkk., 2021).

E. Kadar Gula Reduksi

Metode analisis kadar gula reduksi yang umum digunakan pada analisis permen jeli adalah metode gula reduksi Nelson-Somogyi dengan prinsip gula pereduksi akan mereduksi ion Cu^{2+} menjadi ion Cu^{+} yang kemudian ion Cu^{+} ini akan mereduksi senyawa arsenomolibdat sehingga membentuk senyawa kompleks berwarna biru kehijauan (Al-kayyis dan Susanti, 2016). Penentuan kadar gula reduksi menggunakan larutan standar yang ditunjukkan melalui kurva standar sehingga diperoleh suatu persamaan yang digunakan untuk menghitung

konsentrasi gula reduksi. Kurva standar adalah suatu standar dari sampel tertentu yang digunakan sebagai acuan untuk sampel tersebut pada suatu percobaan. Tujuan pembuatan kurva standar adalah untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan nilai absorbansi dari suatu sampel sehingga konsentrasinya dapat diketahui (Pujiati dkk., 2018).

Warna gelap pada permen jeli disebabkan karena gula reduksi bereaksi dengan panas yang menyebabkan reaksi non-enzimatis, yaitu reaksi *Maillard*. Reaksi *Maillard* merupakan reaksi antara karbohidrat yang mengandung gula reduksi dengan asam amino yang akan menghasilkan kompleks berwarna coklat atau melanoidin (Ridhani dkk., 2021). Protein yang bereaksi pada reaksi *Maillard* permen jeli berasal dari gelatin (Wang dan Hartel, 2022).

F. Mikrobiologi Permen Jeli

Angka Lempeng Total (ALT) adalah jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada suatu bahan pangan. Angka Kapang dan Khamir merupakan jumlah koloni kapang atau khamir yang tumbuh pada suatu bahan pangan. ALT dan AKK merupakan analisis mikrobiologi yang penting dalam produk pangan karena dapat menentukan suatu bahan pangan aman dikonsumsi atau tidak (Mahendra, 2022).

Penambahan asam sitrat pada formulasi permen jeli dan asam sitrat pada pasta ekstrak kulit buah tin menyebabkan permen jeli asam, nilai pH permen jeli yang rendah atau kondisi asam sehingga mampu mencegah pertumbuhan bakteri pada permen jeli. Produk permen jeli dengan nilai pH 5 hingga 7 memiliki resiko kontaminasi mikroorganisme. Permen jeli memiliki kadar gula yang tinggi,

sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Cebin dkk., 2024). Keberadaan gula dengan konsentrasi yang tinggi pada bahan pangan dapat berfungsi sebagai pengawet dengan cara menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan cara menurunkan jumlah air bebas yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroorganisme patogen (Mizzi dkk., 2020).

G. Hipotesis

1. Substitusi pasta ekstrak kulit buah tin (*Ficus carica* L.) terhadap gelatin sebagai agen pembentuk gel berpengaruh terhadap kualitas kimia, fisik, mikrobiologi, dan organoleptik permen jeli sari buah tin.
2. Perbandingan pasta ekstrak kulit buah tin (*Ficus carica* L.) dan gelatin (g) 3:3 menghasilkan permen jeli sari buah tin dengan kualitas terbaik.