

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Permen Jeli

Permen merupakan produk pangan berjenis gula-gula (*confectionary*) yang terbuat dari proses pencampuran gula pada konsentrasi tertentu yang ditambahkan perasa serta pewarna yang dapat memberikan berbagai macam rasa maupun warna (Toussaint dan Maguelonne, 2009). Permen termasuk makanan ringan yang digemari oleh semua kalangan masyarakat dengan kandungan kalori yang tinggi dikarenakan permen berbahan baku sukrosa dan fruktosa (gula) yang dicampurkan bahan perasa dan pewarna tertentu. Jenis permen berdasarkan tekstur terbagi menjadi *hard candy* dan *soft candy*. *Hard candy* (permen keras) merupakan jenis permen berbentuk *solid* (padat) dengan proses pencampuran gula dengan atau tanpa bahan pangan lain memiliki tekstur yang keras, sehingga sulit dikunyah. *Soft candy* (permen lunak) merupakan jenis permen yang terbuat dari pencampuran gula dengan atau tanpa bahan pangan lain memiliki tekstur relatif lunak, sehingga mudah untuk dikunyah (Amir dkk., 2017).

Permen jeli merupakan produk pangan semi basah yang diolah dari campuran air maupun sari buah dengan bahan dasar gula dan bahan pembentuk gel yang dapat membentuk tekstur permen (Ahmad dan Mujdalipah, 2017). Permen jeli merupakan salah satu permen berjenis gula-gula (*confectionary*) yang diproses dari sari buah, gula maupun bahan pemanis lain yang ditambahkan bahan pembentuk gel, sehingga dihasilkan tekstur yang kenyal

dan memiliki kekenyalan yang konsisten (Nita dkk., 2024). Permen jeli memiliki karakteristik yaitu memiliki tekstur yang lunak serta kenyal, lembut namun agak keras, memiliki penampakan transparan, kadar air berada di rentang 20%-40%, dan mudah untuk dikunyah (Lekahena, 2018). Permen jeli memiliki syarat mutu menurut Badan Standarisasi Nasional (2008) yang dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Kembang Gula Lunak Menurut SNI 3547.2-2008

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Bukan Jelly	Jelly
1	Keadaan			
1.1	Bau	-	Normal	Normal
1.2	Rasa	-	Normal	Normal
2	Kadar air (b/b)	% fraksi massa	Maks. 7,5	Maks. 20,0
3	Kadar abu	% fraksi massa	Maks. 2,0	Maks.3,0
4	Gula reduksi (dihitung sebagai gula inversi)	% fraksi massa	Maks. 20,0	Maks. 25,0
5	Sakarosa	% fraksi massa	Min. 35,0	Min. 27,0
6	Cemaran logam			
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0	Maks. 2,0
6.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0	Maks. 2,0
6.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0	Maks. 40,0
6.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03
7	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0	Maks. 1,0
8	Cemaran mikroba			
8.1	Angka Lempeng Total	koloni/g	Maks. 5×10^2	Maks. 5×10^4
8.2	Bakteri <i>Coliform</i>	APM/g	Maks. 20	Maks. 20
8.3	<i>E. coli</i>	APM/g	<3	<3
8.4	<i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	Maks. 1×10^2	Maks. 1×10^2
8.5	<i>Salmonella</i>		Negatif/ 25 g	Negatif/ 25 g
8.6	Kapan dan khamir	koloni/g	Maks. 1×10^2	Maks. 1×10^2

(Badan Standarisasi Nasional, 2008).

Produk pangan semi basah merupakan produk dengan karakteristik lunak yang diproses dengan satu maupun lebih perlakuan yang dapat dikonsumsi secara langsung, bersifat stabil tanpa adanya perlakuan pemanasan,

pembekuan maupun pendinginan. Pengolahan pangan semi basah memiliki prinsip yaitu menurunkan kadar air hingga tingkat tertentu yang bertujuan untuk menekankan pertumbuhan mikrobia patogen maupun pembusuk, namun kandungan air masih cukup tinggi. Permen jeli yang termasuk dalam produk pangan semi basah memiliki masa simpan 6 bulan hingga 8 bulan dalam kemasan yang tertutup. Permen jeli diproses dengan bahan baku utama yaitu bahan pembentuk gel yang berfungsi sebagai pembentuk gel untuk membentuk tekstur permen menjadi kenyal, bahan pembentuk gel bermacam-macam seperti karagenan, pektin, gelatin, dan agar. Permen jeli memiliki tekstur cenderung lengket dikarenakan pada bahan yang digunakan yaitu gula memiliki sifat higroskopis (Rosida dan Priyanto, 2024).

Pembuatan permen jeli terdiri dari 3 tahap yaitu pemanasan, penggulaan, dan pendinginan. Tahap pertama yaitu memanaskan campuran air dengan bahan tambahan lain seperti sari buah dan bahan pembentuk gel, tahap kedua yaitu menambahkan sukrosa dan sirup fruktosa, dan tahap ketiga yaitu mendinginkan adonan pada suhu ruang serta suhu lemari pendingin (Saati dkk., 2019). Pemanasan berfungsi untuk menghomogenkan adonan, membantu proses pembentukan gel, dan menguapkan air pada adonan, sehingga menjadi kental namun pemanasan yang terlalu lama dan tinggi dapat terjadi karamelisasi yang menyebabkan adonan menjadi terlalu kental dan keras (Rosida dan Taqwa, 2019). Pendinginan berfungsi untuk pembentukan gel kembali dan meningkatkan kekokohan tekstur permen jeli (Giyarto dkk., 2019).

Bahan-bahan utama yang digunakan pada permen jeli yaitu bahan pembentuk, asam sitrat, sukrosa (gula), dan sirup fruktosa. Bahan pembentuk gel (*gelling agent*) merupakan suatu gum alam maupun sintetis, resin atau hidrokoloid yang berfungsi untuk menjaga konsistensi suatu cairan maupun padatan dalam bentuk gel. Bahan pembentuk gel yang biasa digunakan yaitu polisakarida dan protein. Gel atau jeli merupakan sediaan semipadat yang terdiri dari suspensi partikel anorganik kecil maupun partikel organik besar yang terpendistribusikan oleh cairan (Swastini dan Dewi, 2024).

Gelling agent berfungsi sebagai bahan tambahan yang biasa digunakan pada produk pangan untuk mengentalkan serta menstabilkan gel. Pembentuk struktur gel yang biasa digunakan berasal dari berbagai macam polimer yaitu protein, polisakarida, polimer semi sintetis dan polimer sintetis. Bahan pembentuk gel yang tergolong protein yaitu kolagen dan gelatin, bahan pembentuk gel yang tergolong polisakarida yaitu alginat, karagenan, agar, guellum gum, asam hialuronat, pektin, dan pati. Polimer semi sintetis merupakan bahan pembentuk gel turunan selulosa seperti CMC, hidroksipropil selulosa, dan metil selulosa, bahan pembentuk gel yang tergolong polimer sintetis yaitu alkohol, polivinil, dan resin karbomer (Dewi dkk., 2020). Gelatin dapat menyerap air ketika dipanaskan pada suhu sekitar 70°C-80°C yang menyebabkan molekul gelatin menjadi kompak dan ketika didinginkan air yang telah diserap tersebut akan diurai menjadi jaringan melalui ikatan silang, sehingga gel dapat terbentuk (Hidayati dkk., 2020).

Asam sitrat merupakan asam organik yang biasanya digunakan sebagai bahan tambahan di bidang pangan maupun industri berfungsi untuk menguatkan aroma dan sebagai penstabil (*stabilizer*), asam sitrat memiliki nilai pH 3,1-6,4 (Hidayat dkk., 2016). Asam sitrat sebagai penstabil berperan dalam pengatur keasaman yang dapat menjaga keasaman pada suatu produk, pengontrolan pH bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan dapat membantu dalam pencegahan terjadinya reaksi kecokelatan yang menyebabkan perubahan warna pada produk (Permatahati dan Rohmayanti, 2024). Permen jeli memiliki nilai pH berkisar diantara 4,5-6 (Lees dan Jackson, 1999).

Asam sitrat pada permen jeli berfungsi sebagai katalisator proses hidrolisis sukrosa ke dalam bentuk gula invert, asam sitrat pada permen jeli biasanya digunakan sebanyak 0,2%-0,3% (Rosida dan Taqwa, 2019). Gula merupakan senyawa organik sebagai bahan pangan yang dapat dicerna oleh tubuh manusia. Gula berfungsi untuk memberikan rasa manis pada produk pangan yang dihasilkan serta berperan sebagai pengawet pada makanan dikarenakan gula pada konsentrasi yang tinggi dapat menurunkan aktivitas air, sehingga pertumbuhan mikroorganisme menjadi terhambat. (Alharanu dan Eviana, 2019).

Gula yang digunakan pada pembuatan permen jeli yaitu sukrosa atau gula pasir dan sirup fruktosa. Gula termasuk ke dalam golongan karbohidrat yang terdiri dari 3 macam jenis yaitu monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Sukrosa merupakan gula golongan disakarida yang termasuk ke dalam oligosakarida, gabungan antara dua monosakarida yaitu glukosa dan

fruktosa. Glukosa dan fruktosa merupakan gula sederhana yang termasuk golongan monosakarida (Prihanto, 2017).

Sukrosa berfungsi untuk memberikan aroma, rasa manis serta tekstur yang khas pada permen jeli, sukrosa berperan dalam pembentukan gel yang dapat membentuk tekstur menjadi liat atau kenyal serta menurunkan kekerasan pada permen jeli. Penambahan sukrosa yang tinggi dapat menyebabkan terbentuknya kristal-kristal pada permukaan gel, maka konsentrasi sukrosa tidak boleh lebih dari 65% dan membutuhkan sirup fruktosa untuk membantu mencegah terbentuknya kristal (Simorangkir dkk., 2017). Fruktosa dan sukrosa bersifat higroskopis yaitu mudah larut dalam air, sukrosa memiliki sifat mengikat air lebih kuat dibandingkan fruktosa, sehingga konsentrasi sukrosa semakin tinggi, maka kadar air akan semakin rendah. Fruktosa berfungsi sebagai pembentuk tekstur yang dapat menurunkan kekerasan, meningkatkan cita rasa, mencegah terbentuknya kristal gula, dan memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Andragogi dkk., 2018).

Sirup fruktosa merupakan gula cair yang termasuk dalam bahan utama pembuatan permen jeli dengan tekstur kental, sirup fruktosa dihasilkan dari proses hidrolisis pati dengan bantuan katalisator enzim maupun asam. Sirup fruktosa pada pembuatan permen jeli berfungsi untuk mencegah terjadinya kristalisasi atau terbentuknya kristal sukrosa pada permukaan gel dengan cara kristal sukrosa diabsorpsi ke dalam permukaan kristal kemudian membuat penghalang atau barrier diantara kekuatan tarik menarik kisi-kisi kristal yang berada di dalam molekul sukrosa (Basuki dkk., 2014). Sirup fruktosa berperan

untuk menghasilkan kenampakan permen jeli menjadi jernih atau transparan dengan cara mengurangi kandungan air, sirup fruktosa juga dapat meningkatkan viskositas, sehingga permen yang dihasilkan tidak lengket dengan mengurangi migrasi molekul karbohidrat (Mandei, 2014).

Permen jeli mengandung serat tidak larut yang relatif rendah tergantung dari bahan baku yang digunakan, kadar serat tidak larut pada permen berkisar diantara 0,60%-1,45% (Insani dkk., 2017). Serat larut kasar dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan dan jenis penstabil maupun pembentuk gel yang digunakan. Serat larut air yaitu pektin, gum, karagenan, sedangkan serat tidak larut yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Pratiwi dkk., 2016). Permen jeli yang dibuat dengan ekstrak rumput laut mengandung serat larut sekitar 1,42%-1,75%, konsentrasi ekstrak rumput laut yang semakin tinggi menyebabkan kadar serat semakin tinggi (Amalia dkk., 2021).

Gula reduksi merupakan gula yang memiliki kemampuan mereduksi dikarenakan gula tersebut memiliki gugus aldehid serta keton seperti glukosa, fruktosa, laktosa, dan maltosa (Baihaqi dkk., 2023). Gula reduksi terjadi karena proses inversi sukrosa menjadi gula invert akibat adanya pemanasan dan asam, sukrosa yang termasuk golongan karbohidrat polisakarida ketika terjadi proses pemanasan dan adanya asam akan mengalami hidrolisis menjadi monosakarida fruktosa serta glukosa (Bactiar dkk., 2017). Gula reduksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu waktu pemanasan dan konsentrasi asam, konsentrasi asam yang semakin tinggi menyebabkan sukrosa yang terhidrolisis menjadi gula reduksi semakin banyak. Proses pemanasan yang semakin lama, maka proses

hidrolisis menjadi gula reduksi semakin meningkat (Trissanthi dan Susanto, 2016). Suhu pemanasan yang semakin tinggi dapat meningkatkan gula reduksi dan menyebabkan terjadinya reaksi Maillard serta karamelisasi akibat gula reduksi yang semakin banyak bereaksi dengan protein (Ridhani dkk., 2021).

Warna merupakan parameter penting yang menentukan kualitas pada suatu bahan maupun produk pangan, selain itu warna juga parameter penting yang berfungsi untuk menarik konsumen dikarenakan hal pertama yang dapat dilihat mata dan menarik konsumen. Warna diukur dengan alat *color reader* yang ditentukan dari nilai L, a, dan b, nilai L (-) yang semakin kecil menunjukkan warna yang gelap, sedangkan nilai L (+) yang semakin besar menunjukkan warna yang semakin cerah cenderung putih terang. Nilai a (+) menunjukkan warna cenderung merah dan nilai a (-) menunjukkan cenderung hijau, nilai b (+) menunjukkan warna cenderung kuning dan b (-) menunjukkan warna cenderung biru. *Color reader* pada pelaksanaannya memiliki prinsip yaitu berdasarkan sistem Hunter, parameter L menunjukkan kecerahan dengan skala 0 yaitu hitam sampai skala 100 yaitu terang, nilai a* menunjukkan warna jingga sampai merah dengan skala -100 hingga +100 dengan nilai negatif menandakan warna hijau hingga biru dan nilai positif yang berarti warna merah hingga ungu. Nilai b* menandakan warna kromatik yang berasal dari campuran kuning hingga biru bernilai +0 sampai +60 memiliki warna kuning, sedangkan -0 sampai -60 memiliki warna biru (Deskawi dk., 2015).

Warna dapat dipengaruhi oleh bahan dasar yang digunakan pada proses pembuatan permen jeli. Gula sebagai bahan utama permen jeli dapat

memengaruhi warna pada permen jeli dikarenakan karena adanya proses pemanasan gula pereduksi pada permen jeli terjadi reaksi Maillard yang menyebabkan warna permen jeli menjadi kecokelatan atau gelap (Fransiska dkk., 2023). Gelatin maupun karagenan menyebabkan penampakan permen jeli semakin cerah dikarenakan karagenan tidak bewarna, sehingga tidak memengaruhi warna permen. Permen jeli memiliki warna kuning dikarenakan gelatin yang digunakan sebagai bahan pembentuk gel bewarna kuning (Rosida dan Taqwa, 2019). Faktor yang memengaruhi penglihatan warna yaitu indera penglihatan yang terbatas ketika melihat suatu warna dan sumber cahaya yang buruk, sehingga warna asli tidak terlihat dengan jelas dikarenakan cahaya yang dipantulkan juga berkurang (Larosa dkk., 2015).

Kekerasan (*hardness*) merupakan parameter penting bagi berbagai jenis produk permen yang menunjukkan sifat suatu produk pangan berbentuk padat memiliki daya tahan yang diakibatkan gaya tekan yang tidak bersifat deformasi. Kekerasan menjadi parameter penting untuk permen jeli yang menunjukkan kelayakan permen untuk dikonsumsi, nilai kekerasan yang kecil menunjukkan permen jeli memiliki tekstur yang lunak, nilai kekerasan yang tinggi menunjukkan kekenyalan yang rendah. Kekerasan dapat dipengaruhi oleh bahan pembentuk gel, bahan pembentuk gel yang meningkat menyebabkan kekuatan gel semakin tinggi, sehingga nilai kekerasan semakin tinggi. Konsentrasi karagenan sebagai bahan pembentuk gel yang digunakan semakin tinggi, maka kekerasan permen jeli semakin meningkat dikarenakan semakin tingginya kekuatan gel yang terbentuk (Mahardika dkk., 2014). Kekerasan

permen jeli dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar air yang terkandung pada permen jeli, kadar air permen jeli berbanding terbalik dengan kekerasan, kadar air yang semakin tinggi menyebabkan air dapat berdifusi masuk ke dalam gel yang telah terbentuk, sehingga gel akan menjadi lunak dan kekerasan mengalami penurunan (Mayasari dkk., 2020).

Kekenyalan (*springiness*) merupakan parameter tekstur produk pangan untuk mengetahui derajat atau tingkat suatu sampel dapat kembali ke bentuk semula (Indrarosa dan Agustin, 2022). Kekenyalan dipengaruhi oleh bahan pembentuk gel yang digunakan, semakin tinggi bahan pembentuk gel yang digunakan, maka nilai kekenyalan semakin tinggi. Bahan pembentuk gel yang digunakan memiliki senyawa penyusun yang berbeda-beda, senyawa penyusun karagenan yaitu polisakarida, sedangkan senyawa penyusun gelatin adalah polipeptida, sehingga elastisitas gel pada karagenan lebih rendah dibandingkan gelatin (Chrisella dkk., 2015). Kekenyalan suatu produk dapat dipengaruhi oleh kandungan asam dan air yang terkandung pada produk, kandungan asam dan kandungan air yang tinggi dapat menurunkan derajat kekenyalan (Bahri dkk., 2020). Semakin tinggi kadar air, maka kekenyalan akan semakin rendah dikarenakan air akan berdifusi ke dalam gel, sehingga gel yang terbentuk menjadi lunak (Bahri dkk., 2020).

Daya kunyah (*chewiness*) merupakan suatu energi yang dibutuhkan dalam proses mengunyah makanan sampai makanan dapat ditelan (Pertiwi dkk, 2018). Daya kunyah merupakan parameter yang menentukan tekstur suatu produk pangan dalam satuan *gram force* (gf) menunjukkan besarnya usaha yang

dibutuhkan dalam mengubah bentuk atau mengunyah makanan, nilai daya kunyah yang tinggi menunjukkan bahwa produk pangan tersebut sulit untuk dikunyah. Nilai kadar air yang semakin rendah menyebabkan nilai daya kunyah akan semakin tinggi (Rahmadi dkk., 2021). Kekerasan yang meningkat menunjukkan bahwa produk pangan memiliki kekompakan yang tinggi, nilai kekompakan yang tinggi menunjukkan bahwa produk tersebut sulit untuk dikunyah atau dipecah dikarenakan makanan semi padat memerlukan energi yang lebih banyak untuk menghancurkan makanan. Kekerasan yang tinggi juga menunjukkan kekenyalan yang rendah dikarenakan semakin keras, maka semakin sulit untuk produk kembali ke bentuk semula ketika tekanan dihilangkan (Putri dkk., 2024).

Angka Lempeng Total (ALT) merupakan parameter penting yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu produk, ALT dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti lingkungan, prosedur pengujian maupun karakteristik sampel. Sampel yang sudah lama disimpan kesegarannya akan menurun, sehingga cenderung akan mengalami pertumbuhan mikroba, kebersihan saat produksi maupun saat melakukan pengujian tidak dilakukan sterilisasi dapat menyebabkan kontaminasi yang meningkatkan ALT. Faktor lingkungan seperti pH yang mendekati netral (6,6-7,5) merupakan kondisi yang tepat bagi pertumbuhan mikroba, kandungan air yang tinggi dapat menjadi sarana pertumbuhan mikroba (Sudariah dkk., 2021). Gula merupakan substrat atau makanan yang dibutuhkan mikroba untuk melakukan pertumbuhan, gula pasir pada konsentrasi 5%-15% mendukung pertumbuhan mikroba, semakin tinggi

penambahan gula pada suatu produk, maka semakin banyak mikroba yang akan tumbuh dikarenakan gula adalah sumber karbon dalam produksi bioselulosa bagi pertumbuhan mikroba (Ahmad dkk., 2019). Angka Kapang Khamir (AKK) merupakan analisis cemaran mikroba dengan metode *spread plate* yang menunjukkan pertumbuhan kapang serta khamir (jamur) dalam setiap gram/ml sebagai pencemaran mikroba pada suatu sampel (Sudarsono dan Purwantini, 2022).

Air merupakan salah satu komponen penting bagi bahan pangan yang memengaruhi kenampakan, tekstur, dan cita rasa pada makanan. Kadar air pada produk pangan merupakan parameter penting yang menentukan kualitas mutu pangan. Kadar air dipengaruhi beberapa faktor yaitu pemanasan, pemanasan pada permen jeli bertujuan untuk menguapkan air, sehingga gel dapat terbentuk dan membentuk tekstur permen jeli. Kadar air dapat dipengaruhi oleh gula yaitu sukrosa dan sirup fruktosa yang ditambahkan pada permen jeli, gula memiliki sifat higroskopis yang dapat berikatan dengan air pada suhu tinggi, pada suhu tersebut gula mengalami penetrasi ke dalam bahan yang mengakibatkan air keluar dari bahan (Mahardika dkk., 2014).

Kadar air yang tinggi dipengaruhi oleh bahan yang digunakan pada pembuatan permen jeli mengandung kadar air yang tinggi, konsentrasi bahan pembentuk gel yang rendah dapat menyebabkan jaringan tidak kuat dalam menahan cairan yang dikeluarkan oleh gula. Bahan pembentuk gel ketika proses pembentukan gel akan mengalami ikatan silang rantai polimer dan membentuk rantai tiga dimensi, rantai tersebut akan menangkap air, sehingga dapat

membentuk struktur gel yang kuat (Rismandari dkk., 2017). Karagenan berjenis kappa karagenan yang terkandung pada rumput laut berperan sebagai *gelling agent* memiliki kemampuan dapat mengikat air dan meningkatkan viskositas berfungsi untuk menurunkan kadar air, sehingga tekstur permen jeli dapat terbentuk. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak rumput laut yang digunakan, maka jumlah padatan semakin meningkat dan kadar air semakin rendah (Fajarini dkk., 2018).

Kadar abu rendah menunjukkan suatu bahan terkandung komponen non mineral yang tinggi, semakin rendah kadar abu, maka tingkat kemurnian semakin menunjukkan bahan memiliki mutu tinggi. Kadar abu yang rendah merupakan syarat penting mutu bahan pangan yang dapat menunjukkan bahan tersebut mengandung bahan organik seperti vitamin, lemak, karbohidrat, dan vitamin. Abu merupakan residu dari hasil proses pembakaran bahan organik berupa senyawa anorganik. Kadar abu merupakan salah satu analisis proksimat yang digunakan untuk menentukan kualitas produk pangan yang dapat menunjukkan mineral yang terkandung pada produk mengandung total mineral yang bersifat toksik (Pangestuti dan Darmawan, 2021).

Analisis kadar abu memiliki prinsip yaitu senyawa organik akan dioksidasi pada suhu yang tinggi, sehingga dihasilkan abu. Kadar abu rendah menunjukkan suatu bahan mengandung komponen non mineral yang tinggi, semakin rendah kadar abu, maka tingkat kemurnian semakin menunjukkan bahan memiliki mutu tinggi. Kadar abu yang rendah merupakan syarat penting kualitas suatu bahan pangan yang dapat menunjukkan bahan tersebut

mengandung bahan organik seperti vitamin, lemak, karbohidrat, dan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh (Barsin, 2020).

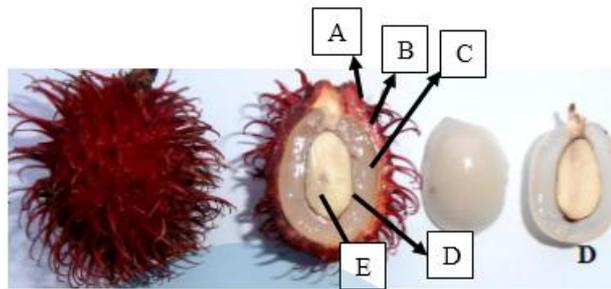
Kadar abu dipengaruhi oleh bahan yang terkandung pada suatu produk, konsentrasi karagenan semakin tinggi menyebabkan kadar abu meningkat dikarenakan di dalam karagenan terkandung unsur mineral makro maupun mikro seperti kalsium, fosfor, dan besi (Bactiar dkk., 2017). Semakin tinggi kandungan mineral pada suatu bahan, maka kadar abu yang dihasilkan semakin tinggi (Rosida dan Taqwa, 2019). Mineral merupakan senyawa garam organik yang terdiri dari malat, oksalat, dan asetat serta senyawa anorganik yang terdiri dari fosfat, sulfat, nitrat, dan karbonat (Mandei, 2014).

Organoleptik merupakan parameter produk pangan berdasarkan tingkat kesukaan maupun kelayakan suatu produk yang dapat diterima oleh panelis, dinilai dengan skala 1-5 yaitu sangat tidak suka hingga sangat suka. Rasa dipengaruhi oleh bahan yang digunakan pada pembuatan produk, rasa manis disebabkan penambahan gula, rasa asam disebabkan penambahan asam sitrat maupun buah-buahan yang mengandung asam (Bahri dkk., 2020). Tekstur merupakan parameter organoleptik yang dapat dirasakan dengan cara dikunyah maupun diraba, permen jeli memiliki tekstur kenyal. Aroma merupakan sensasi yang dirasakan dengan indera pembau, aroma dipengaruhi oleh senyawa pembentuk aroma yang dihasilkan oleh bahan-bahan yang digunakan, buah rambutan maupun karagenan tidak memiliki aroma yang khas atau menyengat (Baihaqi dkk., 2023).

B. Deskripsi Daging Buah Rambutan

Rambutan (*Nephelium lappaceum*) merupakan buah hortikultura yang asli berasal dari Indonesia dan Malaysia yang banyak dibudidayakan dan dimanfaatkan buahnya (Aprilliana dan Hawarima, 2016). Rambutan adalah tanaman tropis yang hidup di daerah banyak sinar matahari dengan curah hujan yang tinggi (Rochani, 2007). Buah rambutan merupakan buah yang tergolong dalam buah non klimaterik yaitu proses pematangannya terjadi ketika buah masih di pohon (Azwir dkk., 2021). Rambutan memiliki banyak manfaat yaitu dapat mengobati sariawan serta menguatkan imunitas tubuh dikarenakan mengandung vitamin C, menjaga kesehatan mata dikarenakan mengandung vitamin A, Menurunkan kolestrol, membantu fungsi ginjal, dan sebagai sumber energi (Sugiarto, 2021).

Buah rambutan memiliki berbagai macam jenis yaitu parakan, rapih, aceh, dan sinyonya. Buah rambutan rapih memiliki karakteristik morfologi yaitu panjang ranting 15,08 cm, panjang batang buah 4,8 mm, kulit buah berwarna merah dengan warna permukaan yang tidak rata, rambut atau duri buah berukuran 1x1 cm dan berwarna hitam, memiliki rasa yang manis, dagingnya tidak berwarna atau bening, kandungan air yang tinggi, daging buah mudah dilepaskan dari biji (Windarsih dan Efendi, 2019). Buah rambutan rapih dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Buah Rambutan Rapih: Eksokarpium (A), Mesokarpium (B), Aril (C), Pelindung Biji (D), dan Biji (E) (Windarsih dan Efendi, 2019).

Daging buah rambutan mengandung karbohidrat 33,63-61,5 gram, lemak 18,20-36,10 gram, air 34,25-34,6 gram, abu 11,05-14,2 gram serat 0,61-6,5 gram, protein 2,21-2,91 gram, tannin 0,13 mg, oksalat. Daging buah rambutan mengandung berbagai macam tiamin yang terdiri dari vitamin c 49,5-69,1 mg, riboflabin 3,42 gram, niacin 0,07 gram, dan tiamin 0,10 gram. Daging buah rambutan memiliki banyak manfaat yaitu berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antibakterial, dan antialergi (Afzaal dkk., 2023). Senyawa tannin pada daging buah rambutan berfungsi untuk mengikat protein, sebagai antioksidan, antibakteri dengan merusak dinding sel bakteri, sehingga enzim bagi pertumbuhan bakteri tidak dapat bekerja dan bakteri tidak dapat bertumbuh (Zahra dkk., 2023). Daging buah rambutan mengandung mineral yang terdiri dari magnesium 7-10 mg, kalium 140 mg, kalsium 22 mg, dan besi 0,1-25 mg (Kaur dkk., 2022).

Daging buah rambutan mengandung gula, asam organik, dan vitamin. Komponen gula yang terkandung pada daging buah yaitu sukrosa sebesar 5,38%-10,01%, fruktosa sebesar 1,75%-3,18%, dan glukosa sebesar 1,72%-

2,43%. Asam organik yang terdiri dari asam sitrat sebesar 35,8%-74,3%, asam laktat, asam malat, dan asam tartarat. Vitamin yang terkandung pada daging buah rambutan yaitu asam askorbat sebesar 58,29 mg, niasin, riboflavin serta tiamin sebesar 0,02 mg sampai dengan 0,78 mg (Tsong dkk., 2021).

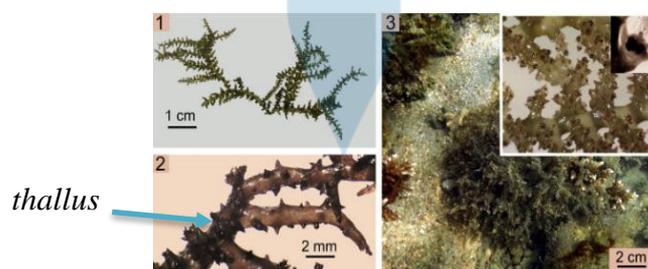
Serat tidak larut merupakan serat yang tidak dapat larut di dalam air berfungsi untuk mempercepat jalannya makanan pada sistem saluran pencernaan melalui usus dengan meningkatkan gerakan usus. Serat larut merupakan serat yang dapat larut di dalam air serta dapat membentuk gel di dalam saluran pencernaan, serat larut berperan sebagai prebiotik atau sebagai sumber makanan probiotik atau bakteri baik yang bekerja berada di dalam usus (Periska dkk., 2024). Serat tidak larut tidak dapat membentuk gel saat melewati usus dan tidak dapat difermentasi oleh mikroorganisme usus besar, contoh serat tidak larut yaitu lignin, selulosa, dan hemiselulosa, contoh serat larut yaitu pektin dan gum (Melati dkk., 2019).

Serat pangan terdiri dari serat tidak larut atau serat tidak larut dan serat larut, serat tidak larut atau IDF (*Insoluble Dietary Fiber*) pada *Nephelium* lebih tinggi dibandingkan serat larut atau SDF (*Soluble Dietary Fiber*). Daging buah rambutan pada buah *Nephelium hypoleucum* Kurz memiliki kandungan serat tidak larut yang tinggi yaitu sebesar 5,02% (Luu dk., 2023). Serat pada daging buah rambutan didominasi oleh serat tidak larut yang terdiri dari selulosa sebesar 24,28%, hemiselulosa 11,62%, dan lignin 35,34% (Oliveira dkk., 2016). Buah rambutan mengandung pektin sebesar 9,29%, pektin merupakan senyawa hidrokoloid berbentuk koloid dan gel yang tergolong ke dalam serat larut (Putri

dkk., 2024). Ekstrak daging buah rambutan memiliki kandungan air sebesar 80,40% dan kadar abu sebesar 0,3% (Baihaqi dkk., 2023).

C. Deskripsi Rumput Laut Alga Merah *Acanthophora muscoides*

Acanthophora muscoides merupakan rumput laut golongan alga merah yang mengandung karagenan yang tersusun gula 3,6-anhidro- α -galaktosa dalam kelompok sulfat. Gula 3,6-anhidro tersebut yang memberikan potensi kepada rumput laut dalam membentuk gel (Rodrigues dkk., 2016). Rumput laut alga merah *Acanthophora mucoides* tersusun atas *thallus* yang memiliki tinggi 7,5-8 cm dengan duri pendek atau tumpul, *thallus* memiliki cabang yang tidak beraturan, *thallus* berbentuk silindris dengan diameter sebesar 2,5 mm. *Thallus* rumput laut *A. muscoides* memiliki variasi warna yaitu coklat tua kemerahan, kehijauan, kekuningan, dan hitam (Titlyanov dkk., 2017). Rumput laut alga merah *Acanthophora mucoides* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Penampakan Rumput Laut *Acanthophora mucoides* (Titlyanov dkk., 2017).

Pertumbuhan dan reproduksi rumput laut *Acanthophora muscoides* dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, intensitas cahaya, kekuatan

gelombang laut. *A. muscoides* tumbuh di lingkungan yang memiliki curah hujan tinggi pada musim hujan maupun musim panas. Rumput laut memiliki manfaat antibakteri, antikanker, antijamur, antioksidan, dan antikogulan (Akbar dkk., 2018).

Rumput laut mengandung klorofil a dan klorofil b yang memiliki pigmen warna hijau kekuningan (Yudiastuti dkk., 2023). Rumput laut alga merah memiliki senyawa bioaktif yang terdiri dari alkaloid, triterpenoid, flavonoid, dan steroid yang memiliki kemampuan sebagai antijamur dikarenakan dapat menghambat pertumbuhan jamur (Satrianugraha dkk., 2019). Senyawa antibakteri pada rumput laut alga merah (Rhodophyta) yaitu sterol, alkaloid, flavonoid, tanin, fenol (Amaranggana dkk., 2017).

Rumput laut yang merupakan tanaman laut memiliki bau amis yang menyengat dikarenakan rumput laut mengandung senyawa amina dan amoniak. Rumput laut sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk pangan, sehingga bau amis pada rumput laut perlu dihilangkan. Jeruk nipis berfungsi untuk menghilangkan bau amis pada rumput laut dikarenakan jeruk nipis mengandung asam organik yang terdiri dari asam sitrat, asam askorbat, dan asam asetat (Maulina, 2021). Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) memiliki kandungan senyawa asam sitrat, asam amino yang terdiri dari triptofan dan lisin, minyak atsiri, asam sitrat, lemak, fosfor 22 mg, kalsium 40 mg, besi, belerang, mineral, dan vitamin C 27 mg (Lestari dkk., 2018). Jeruk nipis memiliki kandungan senyawa asam yang tinggi, sehingga jeruk nipis memiliki pH sekitar 3,9%-4,9% (Gunawan, 2009).

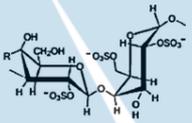
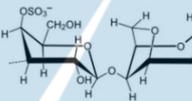
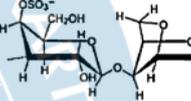
Karagenan merupakan suatu senyawa hidrokoloid pada golongan polisakarida dari hasil ekstraksi rumput laut alga merah. Karagenan mengandung natrium, magnesium, dan kalsium yang terikat dengan gugus ester sulfat pada galaktosa dan kopolimer senyawa 3,6-anhidro-galaktosa. Karagenan memiliki sifat dapat mengentalkan serta menstabilkan material utama, bersifat pengemulsi yaitu sifat yang dapat menjaga kestabilan suatu produk (Husni dan Budhiyanti, 2021). Karagenan memiliki gugus sulfat dengan muatan negatif pada rantai polimernya yang bersifat hidrofilik, sehingga rantai molekulnya dapat menarik air dan membentuk struktur *double helix* kemudian membentuk gel, karagenan berfungsi sebagai penstabil dengan cara menghalangi terjadinya pengendapan molekul besar (Junianto dan Danella, 2024). Karagenan merupakan salah satu bahan yang sering digunakan pada permen jeli sebagai pengganti gelatin maupun sebagai bahan tambahan lain dalam pembentukan gel, sehingga dihasilkan tekstur yang kokoh namun mudah dikunyah ketika dikonsumsi (Fajarini dkk., 2018).

Karagenan berdasarkan jumlah serta posisi gugus sulfat diklasifikasikan menjadi 3 golongan yaitu lambda, kappa, dan iota. Ketiganya memiliki gugus sulfat sebanyak 22%-35%. Kappa dan iota karagenan tergolong karagenan pembentuk gel, sedangkan lambda karagenan tergolong agen penebal (*thickening agent*). Kappa karagenan dapat larut pada air panas dengan suhu 80°C dan 50% gula yang dipanaskan yang menyebabkan kejernihan pada suatu bahan, kappa karagenan merupakan bahan pembentuk gel tetapi tekstur gel

yang dihasilkan tidak sekuat gelatin namun gel yang dihasilkan padat (Prajapati dkk., 2014).

Karagenan dari rumput laut alga merah seperti *Kappaphycus alvarezii* termasuk dalam golongan kappa karagenan yang tersusun atas (1,3)-D-galaktosa-4-sulfat serta (1,4)-3,6-anhidro-D-galaktosa (Peranginagnin dkk., 2013). Perbedaan lambda, iota, dan kappa karagenan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perbedaan Tipe dan Struktur Karagenan

Keterangan	Tipe Karagenan		
	Lambda	Iota	Kappa
Struktur			
Kelarutan	Larut dalam air panas (80°C), air dingin (20°C)	Larut dalam air panas (80°C)	Larut dalam air panas (80°C)
Gelling	Tidak membentuk gel	Membentuk gel, pembentukan gel terkuat dengan bantuan Ca^{2+}	Membentuk gel, pembentukan gel terkuat dengan bantuan K^+
Tekstur Gel	-	Elastis	Rapuh

(Prajapati dkk., 2014).

Acanthophora muscoides sebagai rumput laut alga merah memiliki kandungan pigmen yang dapat menghasilkan warna yaitu klorofil a dan klorofil d sebagai pigmen warna hijau, karoten sebagai pigmen warna merah hingga jingga, dan xantofil yang dapat menghasilkan warna kuning (Pramesti dkk., 2017). *Acanthophora muscoides* merupakan alga merah (Rhodophyta) yang dapat diekstrak untuk diambil karagenan berfungsi sebagai pembentuk gel (Pereira, 2018). Rumput laut mengandung senyawa mikro yaitu lemak dan

vitamin seperti vitamin C pada sebesar 500 mg/kg sampai dengan 3000 mg/kg. Rumput laut merah mengandung senyawa makro yaitu protein dan mineral yang terdiri dari kalsium 2,8 mg, besi 70 mg, tembaga 5 mg, seng 18 mg, dan magnesium 2,9 mg (Titlyanov dkk., 2017). Kandungan mineral yang terkandung pada rumput laut alga merah yaitu natrium 11,93 mg dan kalium 87,10 mg (Hidayat dkk., 2018).

Kadar air ekstrak rumput laut dengan air yaitu 86,9% (Sinaga dkk., 2024). Ekstrak rumput laut mengandung kadar abu sebesar 0,7% (Faridah, 2019). Karagenan diekstrak dari rumput laut dengan alat *rotary evaporator* selama 20 menit dan *hot plate* selama 30 menit (Faridah, 2019). Proses ekstraksi atau proses pemisahan senyawa dilakukan pemanasan dengan *hot plate* yang kemudian dipekatkan dengan menguapkan air melalui alat *rotary evaporator*, sehingga dihasilkan ekstrak yang cair namun pekat (Amir dkk., 2023). Proses pemanasan pada ekstraksi semakin lama menyebabkan kadar air semakin menurun akibat terjadinya penguapan air dari bahan dan tingkat viskositas atau kekentalan meningkat (Mahardika dkk., 2021).

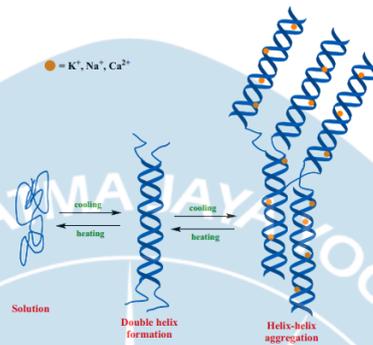
Rumput laut alga merah (Rhodophyta) mengandung serat larut dalam air yang lebih tinggi dibandingkan serat tidak larut. Serat larut yang terkandung yaitu galaktan tersulfat seperti agar serta karagenan, serat tidak larut pada rumput laut yaitu xilan. Rumput laut alga merah mengandung serat pangan sebesar 25%-46,8%. Rumput laut *Alsidium seaforthii* yang satu bangsa yaitu Ceramiales dengan rumput laut *Acanthophora muscoides* memiliki serat tidak larut 28,2%, sedangkan serat larut 33,5% (Mandalka dkk., 2022). Xilan

merupakan komponen utama dan terbesar penyusun hemiselulosa yang bersifat tidak larut di dalam air (Sutrisno, 2017).

Serat pangan pada rumput laut bersifat dapat mengikat sukrosa, sehingga penambahan ekstrak rumput laut semakin tinggi menyebabkan kadar gula pada permen jeli semakin rendah. Karagenan memiliki gugus OH pada strukturnya sehingga ketiga dicampurkan dengan bahan yang mengandung gula ketika terjadi pemanasan serta reaksi asam gugus OH tersebut mereduksi sukrosa menjadi gula sederhana yaitu gula reduksi glukosa dan fruktosa (Amin dkk., 2018). Serat pangan karagenan berfungsi sebagai pembentuk gel dikarenakan memiliki sifat dapat mengikat air serta rendemen (Amaliah dkk., 2016).

Proses pembentukan gel oleh kappa karagenan dibantu oleh ion K^+ , Ca^{2+} , dan Na^+ dengan proses pemanasan pada suhu diatas $60^{\circ}C$, kappa karagenan mengandung gula 3,6-anhidro-D-galaktosa sebanyak 25%-40%. Kappa karagenan sebagai bahan pembentuk gel bersifat *reversible* seperti gelatin, proses pembentukan gel yaitu ketika pemanasan pada suhu $75^{\circ}C-80^{\circ}C$, maka rantai 3,6-anhidro- α -galaktosa pada karagenan akan menyerap air sehingga rantai akan terurai menjadi sol atau larutan lalu ketika didinginkan K^+ akan berikatan dengan gugus sulfat yang bermuatan negatif menghasilkan jaringan *double helix* yang bersifat termoreversibel. Rantai jaringan *double helix* akan berikatan dengan Ca^{2+} , dan Na^+ terjadi agregasi pada ikatan kovalen polimer-polimer, sehingga mengalami perubahan konformasi, sehingga membentuk struktur jaringan heliks tiga. Ion K^+ (Kalium) bertujuan untuk membentuk gel

menjadi kaku, sedangkan ion Ca^{2+} (Kalsium), dan Na^+ (Natrium) bertujuan untuk menstabilkan gel agar lebih fleksibel (Mirzaei dkk., 2023). Proses pembentukan gel karagenan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Pembentukan Gel Karagenan (Mirzaei dkk., 2023).

D. Hipotesis

1. Ekstrak daging buah rambutan dan ekstrak rumput laut alga merah *Acanthophora muscoides* dengan konsentrasi yang sama mempengaruhi tekstur permen jeli menjadi kenyal
2. Ekstrak daging buah rambutan dan karagenan yang diekstrak dari rumput laut alga merah *Acanthophora muscoides* menghasilkan produk dengan kualitas baik berdasarkan uji kimia, uji fisik, uji mikrobiologi, dan uji organoleptik.