

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.)

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) adalah tanaman legum tropis yang banyak tumbuh di wilayah Asia Tenggara, termasuk Indonesia, dan telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional serta industri pangan sebagai sumber pewarna alami. Bunga telang di Indonesia sering diekstrak menggunakan metode *maserasi* atau ekstraksi pelarut untuk mendapatkan pigmen yang dapat diaplikasikan pada makanan, dengan hasil ekstrak yang menunjukkan stabilitas warna hingga 80% setelah penyimpanan 30 hari pada suhu kamar (Sari *et al.*, 2018). Pratiwi *et al.*, (2020) menemukan bahwa bunga telang dari Jawa Barat memiliki kandungan antosianin total hingga 150 mg/100 g bahan kering, yang mendukung aplikasinya dalam fortifikasi pangan fungsional. Gambar bunga telang terdapat pada Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.)
Sumber: (Marpaung, 2020)

Bunga telang dikenal sebagai tanaman polong-polongan yang termasuk dalam suku polong-polongan (*Fabiaceae*) yang mempunyai ciri dari bintil akarnya untuk menyuburkan tanah, mengandung bakteri *rhizobium* yang dapat mengikat nitrogen bebas di udara dan kemudian melepaskannya ke dalam tanah, sehingga tanah mengandung nitrogen dan menjadi subur (Septiani, 2025).

Bunga telang berbentuk semak dengan rambut halus, berbatang kayu, memiliki batang merambat hingga 3–5 m, daun majemuk, dan bunga berbentuk corong berwarna biru cerah (diameter 4–5 cm). Tanaman ini adaptif terhadap tanah berpasir dengan pH 5,5–7,5, dan dapat dipanen sepanjang tahun. Tanaman ini merupakan spesies menjalar yang ditandai oleh batang ramping, daun majemuk menyirip ganjil, serta bunga yang menampilkan nuansa biru hingga ungu dengan morfologi yang menyerupai kupu-kupu, yang tidak hanya memberikan nilai estetika tetapi juga menarik perhatian dalam konteks ekologi dan hortikultura (Utami & Fauziah, 2024). Bunga telang atau biasa juga dikenal dengan kembang telang, memiliki klasifikasi dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Klasifikasi Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.)

Tingkat taksonomi	Nama ilmiah/ Kategori
Kingdom	Plantae
Divisi	Tracheophyta
Infrodivisi	Angiospermae
Kelas	Magnoliopsida
Ordo	Fabales
Familia	Fabaceae
Genus	Clitoria
Spesies	<i>Clitoria ternatea</i> L.

Sumber: Zahara *et al.*, 2022

Bunga telang dikenal sebagai tanaman polong-polongan yang termasuk dalam suku polong-polongan (*Fabiaceae*) yang mempunyai ciri dari bintil akarnya untuk menyuburkan tanah, mengandung bakteri *rhizobium* yang dapat mengikat nitrogen bebas di udara dan kemudian melepaskannya ke dalam tanah, sehingga tanah mengandung nitrogen dan menjadi subur (Septiani, 2025). Bunga telang dikenal karena memiliki bunga berwarna biru keunguan yang kaya akan senyawa antosianin, terutama ternatin, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai pewarna alami, bahan pangan fungsional, serta tanaman obat tradisional. Sebagai anggota famili Fabaceae, bunga telang juga memiliki kemampuan bersimbiosis dengan bakteri penambat nitrogen pada akar sehingga berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa bunga telang termasuk kelompok tumbuhan berbunga

(*Angiospermae*) dan memiliki karakteristik khas tanaman polong-polongan, seperti menghasilkan buah berbentuk polong yang berisi beberapa biji.

a. Antosianin

Bunga telang mengandung berbagai senyawa bioaktif yang memberikan manfaat fisiologis, di antaranya antosianin, flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, terpenoid, fenol, glikosida, dan vitamin C (Wulandari *et al.*, 2021). Kandungan antosianin utama pada bunga telang berupa ternatin, yaitu senyawa pigmen golongan polihidroksiflavonoid yang bertanggung jawab atas warna biru khas bunga ini (Rahmadani *et al.*, 2023). Bunga telang dikenal mengandung pigmen antosianin, terutama jenis ternatin, yang berfungsi sebagai pewarna alami dengan aktivitas antioksidan tinggi. Antosianin tersebut mampu memberikan warna biru hingga ungu tergantung pada pH lingkungan. Dalam sistem pangan seperti permen jeli, kestabilan warna antosianin sangat dipengaruhi oleh pH, suhu, dan keberadaan ion logam (Rahmadani *et al.*, 2023). Antosianin tersebut memiliki stabilitas warna yang bergantung pada pH pada kondisi asam menghasilkan warna ungu kemerahan, sedangkan pada pH netral atau basa cenderung berwarna biru. Berikut adalah tabel kandungan senyawa bioaktif bunga telang yang terdapat pada tabel 2.2 Kandungan senyawa bioaktif bunga telang berikut ini.

Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Bioaktif Bunga Telang

Senyawa	Mmol/mg bunga
Flavonoid	20,07 ± 0,55
Antosianin	5,40 ± 0,23
Flavonol glikosida	14,66 ± 0,33
Kaempferol glikosida	12,71 ± 0,46
Quersetin glikosida	1,92 ± 0,12
Mirisetin glikosida	0,04 ± 0,01

Sumber: Antihika *et al.*, 2015

Pigmen antosianin utama dalam bunga telang meliputi *delphinidin*, *cyanidin*, dan *malvidin*, yang termasuk dalam kelas *flavonoid* berpigmen larut air dengan struktur kimia yang kompleks (Utami & Fauziah, 2024). Stabilitas pigmen ini sangat rentan terhadap variabel lingkungan seperti pH, suhu, intensitas cahaya, dan kehadiran oksigen, di mana pada kondisi asam,

antosianin menghasilkan warna merah keunguan; pada pH netral, warnanya bergeser ke biru, sedangkan pada kondisi basa, pigmen ini dapat berubah menjadi hijau (Utami & Fauziah, 2024). Bunga telang telah diadopsi secara luas sebagai pewarna alami dalam berbagai produk pangan, termasuk minuman herbal, yogurt, es krim, dan permen jeli, berkat keunggulannya yang mencakup keamanan, sifat alami, kandungan antioksidan tinggi, serta dampak positif terhadap lingkungan (Utami & Fauziah, 2024). Dibandingkan dengan pewarna sintetis, bunga telang menawarkan alternatif yang lebih berkelanjutan dan bebas dari risiko kesehatan jangka panjang, seperti alergi atau efek toksik (Rahmadani *et al.*, 2023). Bunga telang dalam permen jeli tidak hanya berperan sebagai agen pewarna alami tetapi juga berpotensi meningkatkan nilai fungsional produk melalui kontribusi nutrisi dan antioksidan, mendukung tren konsumsi pangan yang lebih sehat dan inovatif.

2.2 Buah Lemon (*Citrus limon* L.)

Lemon atau *Citrus limon* L. merupakan salah satu jenis buah sitrus yang banyak dimanfaatkan dalam bidang pangan karena memiliki rasa asam yang khas serta kandungan senyawa bioaktif yang tinggi. Menurut Lindawati dan Nofitasari (2021), lemon merupakan buah yang mengandung asam sitrat yang cukup tinggi sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan alami dalam produk pangan. Buah lemon merupakan buah yang memiliki rasa asam, kaya akan senyawa asam organik, terutama asam sitrat ($C_6H_8O_7$) dan asam askorbat (vitamin C) yang berperan penting dalam menurunkan pH, menambah rasa asam alami, serta berfungsi sebagai pengawet dan antioksidan alami pada produk pangan (Bahri *et al.*, 2020). Komponen-komponen ini tidak hanya menurunkan pH tetapi juga meningkatkan stabilitas warna antosianin, memperkaya cita rasa dengan sensasi kesegaran, serta menambahkan nilai nutrisi melalui kandungan vitamin C yang tinggi (Utami & Fauziah, 2024).

Sifat keasaman sari lemon yang cukup tinggi (pH berkisar 2–3) menjadikannya alternatif pengganti asam sitrat sintetis yang umumnya digunakan dalam produk *confectionary* seperti permen jeli, minuman, dan saus (Hidayat *et al.*, 2023). Kandungan asam organik di dalamnya, terutama asam

sitrat, berperan sebagai *buffer* alami yang dapat mempertahankan kestabilan warna dan cita rasa produk selama proses pemasakan maupun penyimpanan (Yuliani & Rahman, 2022). Asam askorbat di dalam sari lemon berfungsi sebagai antioksidan alami yang mampu menghambat oksidasi pigmen dan senyawa bioaktif lain, sehingga memperpanjang masa simpan produk (Dewi *et al.*, 2019).



Gambar 2.2 Buah Lemon (*Citrus limon* L.)
Sumber: (Sahi *et al.*, 2023)

Buah lemon yang diperas mengandung sekitar 5–8% asam sitrat, 0,3–0,5% asam askorbat, serta senyawa bioaktif lain seperti flavonoid (*hesperidin*, *eriocitrin*, dan *diosmin*) yang memberikan aktivitas antioksidan tinggi (Riyadi *et al.*, 2021). Kombinasi asam sitrat dan asam askorbat tidak hanya berperan dalam pengaturan pH dan keseimbangan rasa, tetapi juga mampu menjaga stabilitas antosianin pigmen alami yang terdapat dalam bunga telang sehingga warna produk lebih cerah dan stabil pada kondisi asam (Rahmadani *et al.*, 2023). Beberapa penelitian telah menunjukkan efektivitas penggunaan sari buah lemon dalam pengolahan pangan. Bahri *et al.*, (2020) melaporkan bahwa penambahan sari lemon sebanyak 3–5% pada permen jeli buah naga merah dapat meningkatkan kestabilan warna, kadar vitamin C, dan tingkat penerimaan panelis terhadap rasa asam-segar. Berikut adalah tabel komposisi kimia buah lemon yang terdapat pada Tabel 2.3 Komposisi kimia Buah Lemon.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia buah lemon

No.	Komposisi Kimia	Nilai per 100 gram Lemon Segar
1.	Air	91 g
2.	Protein	0,40 g
3.	Lemak	0,10 g
4.	Karbohidrat (tersedia)	2,43 g
5.	Asam Organik Total	4,75 g
6.	Asam Sitrat	4,50 g (4500 mg)
7.	Asam malat	0,25 g (250 mg)
8.	Vitamin C (Asam Askorbat)	46 mg
9.	Mineral	
	Na	6 mg
	K	160 mg
	Ca	110 mg
	Mg	7 mg
	P	21 mg
	Fe	0,4 mg
	Cu	0,034 – 0,069 mg
	Zn	0,05 - 0,30 mg

Sumber: (Lorente *et al.*, 2014) Bahan Pengatur Keasaman (*Acidulants*)

Pengaturan pH melalui penambahan *Acidulants* seperti sari buah lemon sangat penting untuk mempertahankan intensitas dan kestabilan warna bunga telang dalam produk permen jeli (Utami & Fauziah, 2024). Sari buah lemon berfungsi sebagai *Acidulants* alami karena mengandung asam sitrat dan asam askorbat (vitamin C). Penelitian oleh Hidayat *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa penambahan *Acidulants* alami dalam formulasi permen jeli tidak hanya meningkatkan stabilitas warna tetapi juga memperbaiki karakteristik tekstur, viskositas, dan kekenyalan gel. Hal ini karena perubahan pH dapat mempengaruhi muatan pada rantai polimer pembentuk gel seperti gelatin atau karagenan, yang kemudian memperkuat struktur jaringan gel.

2.3 Permen Jeli (*Jeli Candy*)

Permen adalah salah satu produk pangan yang disukai oleh semua kalangan masyarakat dari anak-anak hingga orang dewasa serta merupakan produk pangan yang dapat dikonsumsi kapan saja. Definisi permen lunak menurut SNI 3547-2-2008 adalah makanan selingan berbentuk padat, dibuat dari gula atau campuran

gula dengan pemanis lain, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang diizinkan, bertekstur relatif lunak atau menjadi lunak jika dikunyah. Permen jeli adalah produk *cofectionery* semi-padat yang terdiri dari komponen utama seperti sukrosa, glukosa, air, *gelling agent*, pewarna, dan *Acidulants*, yang memberikan tekstur kenyal dan cita rasa manis-asam yang khas, serta menarik bagi berbagai segmen konsumen (Bahri *et al.*, 2020). Permen jeli adalah permen bertekstur lunak yang diproses dengan penambahan komponen hidrokoloid seperti agar, gum, pektin, pati, karaginan, gelatin dan lain-lain yang digunakan untuk memodifikasi tekstur sehingga menghasilkan produk dengan tekstur kenyal dan tidak lengket di mulut sewaktu digigit. Gambar Permen Jeli (*Gummy Candy*) terdapat pada Gambar 2.3 Permen Jeli (*Gummy Candy*) berikut ini.



Gambar 2.3 Permen Jeli (*Gummy Candy*)
Sumber: Awaludin (2020)

Permen jeli memiliki kekuatan gel bervariasi 1.100-57.000 g/cm² tergantung konsentrasi gelatin 6-14%. pH optimal berkisar 3-4 untuk stabilitas gel dan warna, sementara penambahan sukrosa meningkatkan kekenyalan melalui pengurangan *Aw* dan penguatan ikatan hidrogen pada matriks gel. Proses pembuatan permen jeli melibatkan pemanasan campuran bahan hingga mencapai suhu tertentu untuk melarutkan gula dan bahan gel, kemudian ditambahkan agen pembentuk gel yang akan mengeras saat didinginkan sehingga membentuk tekstur kenyal dan transparan (Grace *et al.*, 2021). Penggunaan bahan pelapis seperti tepung tapioka atau tepung gula juga umum diterapkan untuk mencegah permen saling melekat serta menambah cita rasa manis (Rismandari *et al.*, 2017). Berikut adalah Tabel syarat

mutu permen jeli yang terdapat pada Tabel 2.4 Syarat Mutu Permen Jeli (SNI 3547.2:2008).

Tabel 2.4 Syarat Mutu Permen Jeli (SNI 3547.2:2008)

No.	Kriteria Uji	Jeli
1.	Keadaan	
	- Rasa	Normal
	- Bau	Normal
2.	Kadar Air	% fraksi massa Max 20
3.	Kadar Abu	% fraksi massa Max 3
4.	Gula Reduksi (gula invert)	% fraksi massa Max 25
5.	Sakarosa	% fraksi massa Min 27
6.	Cemaran Logam	
	- Timbal (Pb)	Mg/kg Max 2
	- Tembaga (Cu)	Mg/kg Max 2
	- Timah (Sn)	Mg/kg Max 4
	- Raksa (Hg)	Mg/kg Max 0,03
7.	Cemaran Arsen (As)	Mg/kg Max 1
8.	Cemaran mikroba	
	- Bakteri coliform	APM/g Max 20
	- E. coli	APM/g < 3
	- Salmonella	Negatif/ 25 g
	- Staphilococcus aureus	Koloni/g Max 1×10^2
	- Kapang dan Khamir	Koloni/g Max 1×10^2

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2008).

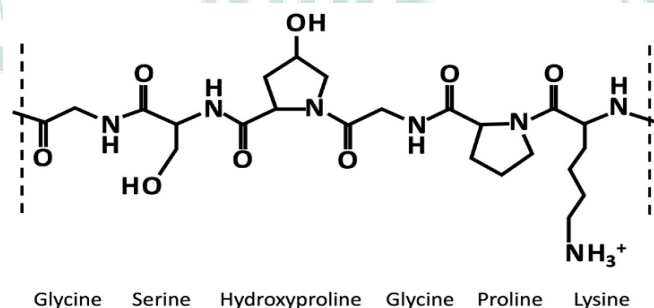
2.4 Bahan Pembentuk Gel

Gelling agent adalah bahan tambahan pangan yang berperan membentuk tekstur semi-padat dengan memberikan elastisitas, kekenyalan, dan stabilitas bentuk pada produk seperti jeli atau permen jeli, yang esensial untuk karakteristik fisik dan pengalaman konsumen (Hidayat *et al.*, 2023). *Gelling agent* adalah polimer hidrofilik yang membentuk jaringan tiga dimensi melalui gellingasi, menghasilkan struktur gel yang menahan air dan solute. Dalam industri pangan, *gelling agent* esensial untuk menciptakan tekstur kenyal pada produk seperti permen jeli, dengan pemilihan jenis memengaruhi viskositas, sineresis (pemisahan air), dan kompatibilitas dengan aditif seperti pewarna alami. Zat ini menentukan konsistensi produk dan memengaruhi interaksi molekular dalam matriks pangan. Secara umum, *gelling agent* diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu: hewani seperti gelatin yang diekstraksi dari kolagen kulit atau tulang hewan dan nabati:

seperti karagenan, agar, pektin, dan konjak glukomanan yang berasal dari sumber tumbuhan (Hidayat *et al.*, 2023).

a. Gelatin

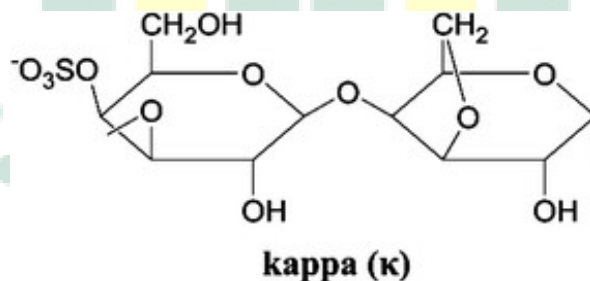
Gelatin (E441) adalah protein kolagen yang diekstrak dari kulit atau tulang hewan (sapi), membentuk gel melalui pendinginan (gelasi termoreversibel) dengan titik leleh 28°C–35°C dan titik gelasi 15°C –20°C. Strukturnya terdiri dari rantai polipeptida (*glycine-proline-hydroxyproline*) yang membentuk heliks tiga rantai, menghasilkan gel elastis dengan transparansi tinggi (transmisi cahaya >90%) dan modulus elastis 5–15 kPa. Gelatin merupakan protein kolagen yang diekstrak dari jaringan ikat hewani seperti kulit, tulang, dan sisik sapi, atau ikan melalui proses hidrolisis asam atau alkali, menghasilkan produk berbentuk serbuk atau lembaran yang tidak berwarna dan tidak berasa, dengan berat molekul rata-rata 50.000-100.000 Da dan kandungan asam amino utama seperti glisin, prolin, dan hidroksiprolin (sekitar 30-35%) yang memberikan sifat gelling unik (Widodo & Pratiwi, 2020). Gelatin memiliki struktur protein berserat dengan kemampuan membentuk gel termoreversibel melalui hidrolisis parsial kolagen dan pendinginan larutan, yang memungkinkan transisi fase dari cair ke padat (Hidayat *et al.*, 2023). Peningkatan konsentrasi gelatin secara umum meningkatkan kekuatan gel, kekenyalan, dan elastisitas produk, namun konsentrasi berlebih dapat menghasilkan tekstur yang terlalu keras dan kurang menarik secara sensorik (Bahri *et al.*, 2020). Gelatin banyak diaplikasikan dalam produk pangan karena sifatnya yang mudah diolah dan kompatibilitas tinggi dengan bahan lain.



Gambar 2.4 Struktur Kimia Gelatin
Sumber: (Zhang *et al.*, 2021).

b. Keragenan

Karagenan (E407) adalah sulfat polisakarida dari rumput laut merah (*Eucheuma* spp. atau *Kappaphycus alvarezii*), tersedia dalam tiga jenis: kappa (kekerasan tinggi, gel kaku), iota (gel elastis, lembut), dan lambda (pengental non-gel). Struktur kappa-karagenan (*galactose-3-sulfate* dan *anhydrogalactose*) membentuk heliks ganda dengan ion kalium, menghasilkan gel termoreversibel (gelasi 40–70°C, leleh 60–80°C) dengan kekerasan 10–25 N dan *springiness* >0,8. Jenis karagenan lokal di Indonesia yang berasal dari Sulawesi menghasilkan yield 20–30% dari rumput laut kering. Pengaruh pH terhadap karagenan sangat stabil pada pH 4–10, dengan pH 5–6 mencegah sineresis <5%, tetapi pH <4 menyebabkan degradasi sulfat (Nugroho *et al.*, 2021). Karagenan adalah polisakarida yang diekstraksi dari rumput laut merah, terdiri atas tiga tipe utama: kappa, iota, dan lambda, yang masing-masing memberikan sifat gel yang berbeda (Hidayat *et al.*, 2023). Dalam formulasi pangan, karagenan berfungsi memperkuat struktur gel dan dapat bersinergi dengan gelatin untuk mencapai tekstur yang lebih stabil dan tahan lama, mendukung inovasi dalam produk semi-padat.



Gambar 2.5 Struktur Kimia Keragenan
Sumber: (Chauhan & Saxena, 2016)

1.5 Prinsip Dasar Pembentukan Gel

Prinsip dasar pembentukan gel merupakan proses fisikokimia yang terjadi akibat interaksi antara bahan pembentuk gel (*gelling agent*) seperti gelatin, karagenan, agar, dan pektin dengan air sehingga membentuk sistem semi padat yang memiliki struktur tiga dimensi (Utami & Fauziah, 2024). Dalam produk pangan, khususnya permen jeli, proses pembentukan gel sangat penting karena berpengaruh

terhadap tekstur, elastisitas, kekenyalan, serta kestabilan bentuk produk akhir. Bahan pembentuk gel berfungsi sebagai matriks yang mampu memerangkap air dan zat terlarut lainnya sehingga menghasilkan karakteristik khas pada produk jeli (Hidayat *et al.*, 2023). Proses pembentukan gel diawali dengan pembentukan larutan koloid homogen (*sol*) ketika bahan pembentuk gel dilarutkan dalam air panas. Pada tahap ini, molekul bahan pembentuk gel terdispersi secara merata di dalam pelarut sehingga membentuk sistem larutan yang stabil. Selanjutnya, ketika suhu sistem menurun, rantai polimer mulai berasosiasi melalui pembentukan ikatan hidrogen dan gaya antarmolekul lainnya sehingga membentuk jaringan tiga dimensi yang mampu memerangkap air di dalamnya (Hermanto *et al.*, 2020). Struktur jaringan tersebut menyebabkan larutan berubah menjadi sistem semi padat dengan tekstur kenyal dan elastis (Kurniasih *et al.*, 2021).

Proses pembentukan gel pada gelatin terjadi akibat rekombinasi rantai polipeptida yang sebelumnya mengalami denaturasi selama proses pemanasan kolagen. Ketika suhu diturunkan, sebagian rantai polipeptida kembali membentuk struktur heliks parsial (*triple helix*) yang saling berikatan dan membentuk jaringan gel yang stabil (Zhang *et al.*, 2021). Sementara itu, pada karagenan, pembentukan gel dipicu oleh interaksi ion logam seperti K^+ dan Ca^{2+} dengan gugus sulfat pada rantai polisakarida sehingga terbentuk struktur heliks yang menghasilkan gel kuat dan kokoh (Sulistyowati *et al.*, 2019). Gelatin memiliki sifat *thermoreversible*, yaitu gel dapat mencair kembali saat dipanaskan dan mengeras kembali ketika didinginkan sehingga banyak dimanfaatkan dalam industri pangan (Luthfi, 2025). Pembentukan gel dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti konsentrasi bahan pembentuk gel, pH, suhu pemanasan dan pendinginan, keberadaan ion logam, gula, serta asam. Konsentrasi bahan pembentuk gel sangat menentukan kekuatan dan elastisitas gel yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi gelatin atau karagenan yang digunakan, maka struktur gel akan semakin kuat dan kenyal, namun penggunaan berlebihan dapat menyebabkan tekstur menjadi terlalu keras (Hidayat *et al.*, 2023). Nilai pH juga berpengaruh terhadap kestabilan ikatan pada rantai polimer pembentuk gel, karena kondisi asam atau basa tertentu dapat memengaruhi proses pembentukan jaringan gel (Sulistyowati *et al.*, 2019). Selain itu, suhu

pemanasan diperlukan untuk membantu pelarutan bahan pembentuk gel, sedangkan proses pendinginan berperan dalam pembentukan jaringan gel yang stabil. Pendinginan yang terlalu cepat dapat menghambat pembentukan ikatan antarmolekul sehingga menghasilkan gel dengan kekuatan rendah (Zhang *et al.*, 2021). Keberadaan ion logam seperti K^+ dan Ca^{2+} dapat memperkuat struktur gel, khususnya pada karagenan, sedangkan penambahan gula dapat meningkatkan viskositas dan membantu mempertahankan kestabilan gel dengan menurunkan aktivitas air (Utami & Fauziah, 2024). Pada kondisi tertentu, penambahan asam juga dapat membantu memperkuat tekstur gel, namun apabila pH terlalu rendah maka struktur gel dapat mengalami kerusakan akibat hidrolisis rantai polimer (Bahri *et al.*, 2020).

1.6 Bahan Pengatur Keasaman

Acidulants didefinisikan sebagai bahan tambahan pangan yang berfungsi menurunkan pH sistem pangan serta memberikan cita rasa asam yang khas, yang penting untuk keseimbangan sensorik (Bahri *et al.*, 2020). *Acidulants* memainkan peran vital dalam menjaga stabilitas warna, memperpanjang masa simpan melalui inhibisi pertumbuhan mikroorganisme, serta meningkatkan tekstur produk, sehingga berkontribusi pada kualitas keseluruhan dan keamanan pangan (Breemer, 2024). *Acidulants* dapat dikategorikan menjadi dua kelompok utama: alami dan sintetis. *Acidulants* alami mencakup ekstrak buah seperti sari lemon, cuka apel, asam laktat, dan asam malat yang berasal dari sumber nabati, sedangkan *Acidulants* sintetis meliputi asam sitrat komersial, asam tartarat, dan asam fosfat yang diproduksi secara industri (Breemer, 2024). Meskipun *Acidulants* alami dianggap lebih aman dan ramah lingkungan karena minim residu kimia, efektivitasnya mungkin sedikit lebih rendah dibandingkan bahan sintetis, sehingga memerlukan optimasi konsentrasi dalam formulasi (Bahri *et al.*, 2020).

Acidulants merupakan bahan tambahan pangan yang berfungsi untuk memberikan cita rasa asam, menurunkan pH, serta meningkatkan kestabilan fisikokimia pada produk pangan, termasuk permen jeli. Dalam pembuatan permen jeli, *Acidulants* berperan penting dalam menyeimbangkan rasa manis dan asam, mengatur kestabilan gel, serta meningkatkan intensitas warna, terutama pada

produk yang menggunakan pewarna alami seperti bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). Penambahan *Acidulants* umumnya dilakukan pada tahap akhir proses pemasakan agar tidak terjadi degradasi termal terhadap komponen aktif seperti antosianin dan vitamin C (Hidayat *et al.*, 2023). Secara kimiawi, *Acidulants* bekerja dengan cara menurunkan pH larutan gel, yang kemudian memengaruhi proses ionisasi gugus karboksil pada polimer pembentuk gel seperti gelatin, pektin, maupun karagenan. Penurunan pH ini menyebabkan peningkatan interaksi antarmolekul dan pembentukan ikatan hidrogen yang lebih kuat, sehingga struktur gel yang terbentuk menjadi lebih padat dan elastis (Handayani & Rohmayanti, 2019). Kadar *Acidulants* yang berlebihan dapat menurunkan viskositas dan kekuatan gel akibat degradasi sebagian rantai polimer pembentuk gel. Konsentrasi *Acidulants* perlu dioptimalkan untuk menghasilkan tekstur yang kenyal dan stabil tanpa merusak struktur gel (Putri & Lestari, 2020).

Selain berfungsi sebagai pengatur keasaman, *Acidulants* juga berpengaruh terhadap stabilitas warna pada produk yang mengandung pigmen alami. Dalam permen jeli berbasis bunga telang, penurunan pH akibat penambahan *Acidulants* (seperti asam sitrat atau sari buah lemon) dapat meningkatkan intensitas warna ungu atau biru keunguan yang khas dari antosianin. Hal ini disebabkan oleh perubahan struktur kimia antosianin yang lebih stabil dalam kondisi asam (Rahmadani *et al.*, 2023). *Acidulants* tidak hanya berperan dalam memperbaiki rasa, tetapi juga dalam mempertahankan nilai estetika dan fungsional produk. Secara keseluruhan, *Acidulants* berperan multifungsi dalam sistem permen jeli, yaitu sebagai pengatur pH, penyeimbang rasa, penstabil warna, dan penguat struktur gel. Pemanfaatan sumber alami seperti sari buah lemon memberikan alternatif yang lebih sehat dan berkelanjutan dibandingkan penggunaan asam sitrat sintetis, sejalan dengan pengembangan produk pangan fungsional berbasis bahan alami.