

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pewarna Alami dan Buatan

Warna merupakan salah satu aspek yang penting untuk produk makanan. Pada bahan pangan, warna menjadi ukuran terhadap mutu dan indikator kesegaran atau kematangan. Produk pangan memerlukan nilai gizi dan tekstur yang baik, tetapi juga memiliki rasa yang enak dan warna yang menarik agar konsumen tertarik membeli produk pangan tersebut (Winarno, 1992).

Bahan pangan akan tampak berwarna saat ditambahkan zat pewarna. Pewarna makanan adalah bahan tambahan yang dapat memperbaiki kualitas makanan yang terlihat pucat dan tidak menarik selama proses pengolahan menjadi lebih berwarna dan menarik. (Winarno, 2002). Menurut Lazuardi (2010), Pewarna yang ditambahkan pada makanan akan memperkuat penampilan makanan yang akan berpengaruh menjadi lebih menarik, pemberian warna yang menarik pada makanan dan menyeragamkan warna dalam produksi makanan seperti es krim, minuman, permen.

Berdasarkan sumbernya, zat pewarna untuk makanan dapat dibagi menjadi dua yaitu pewarna alami dan sintetik (Winarno, 1992). Pewarna alami merupakan zat pewarna alami yang diperoleh dari tumbuhan, hewan atau sumber-sumber mineral (Winarno, 1997). Tanaman memiliki warna yang bisa digunakan sebagai pewarna alami pada makanan. Beberapa pewarna alami

yang berasal dari kunyit, paprika, dan bit digunakan sebagai pewarna pada bahan pangan yang aman dikonsumsi (Cahyadi, 2009).

Menurut Winarno (1997) pewarna sintetis adalah zat warna buatan yang diperoleh dari proses kimia buatan yang menggunakan bahan kimia. Menurut Winarno (1992), zat pewarna sintetis harus melalui berbagai prosedur pengujian sebelum dapat digunakan sebagai pewarna makanan. Zat pewarna yang diizinkan penggunaannya dalam makanan dikenal dengan *certified color* dan *permitted color*. Cara mengetahui perbedaan antara zat pewarna sintetis dan zat pewarna alami dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan antara zat pewarna alami dan sintetis

Pembeda	Zat pewarna sintetis	Zat pewarna alami
Warna yang dihasilkan	Lebih cerah, lebih homogen	Lebih pudar, tidak homogen
kestabilan	Stabil	Kurang stabil
Variasi warna	Banyak	Sedikit
Ketersediaan	Tidak terbatas	Terbatas
Harga	Lebih murah	Lebih mahal

Sumber: Asmara (2010).

Penggunaan bahan pewarna sintetis dalam makanan memberi dampak positif bagi produsen dan konsumen yaitu membuat makanan lebih menarik dan mengembalikan warna dari bahan dasar yang hilang atau berubah selama pengolahan. Akan tetapi, dapat menimbulkan dampak negatif juga pada kesehatan konsumen seperti kanker mulut, kanker kulit, dan kerusakan otak (Winarno dan Sulistyowati, 1994).

Berbagai jenis minuman dan pangan yang beredar di Indonesia yang diberikan secara tidak sengaja maupun sengaja diwarnai dengan pewarna yang bukan *food grade*, atau pewarna tekstil yang tidak diizinkan digunakan dalam

bahan pangan (Cahyadi, 2009). Oleh sebab itu, untuk penggunaan pewarna tekstil dapat diganti oleh pewarna alami yang terbukti aman untuk digunakan sebagai pewarna makanan atau minuman. Macam-macam pigmen alami dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Macam-macam pewarna alami

Golongan Pigmen	Jumlah Senyawa	Warna	Sumber
Flavonoid	600	Tak berwarna, kuning	Sebagian terbesar tanaman
Antosianin	120	Orange, merah	Tanaman
Beta antosianin	20	Tak berwarna	Tanaman
Tanin	20	Tak berwarna, kuning	Tanaman
Klorofil	25	Hijau, coklat	Tanaman
Kuinon	200	Kuning sampai hitam	Tanaman, bakteri, algae
Betalain	70	Kuning, merah	Tanaman
Karotenoid	300	Tak berwarna, kuning, merah	Tanaman, hewan
Xanton	20	Kuning	Tanaman
Pigmen heme	6	Merah, coklat	Tanaman

Sumber: Clydesdale dan Francis (1976)

B. Deskripsi dan Kandungan Gizi Kelopak Bunga Rosela

Kelopak bunga rosela merupakan tanaman dengan tinggi 0,5 – 3 meter. Bentuk batang berkayu, bulat tegak, dan berwarna merah. Daun tunggal, pertulangan menjari, berbentuk bulat telur tepi bergerigi, ujung tumpul, dan pangkal berlekuk. Lebar daun 5 – 8 cm dan panjang daun 6 – 15 cm. Tangkai daun bulat berwarna hijau, dengan panjang 4 – 7 cm. Bunga kelopak bunga rosela yang keluar dari ketiak daun merupakan bunga tunggal, artinya pada setiap tangkai hanya terdapat satu bunga. Bunga ini mempunyai 8 – 11 helai kelopak yang berbulu, panjangnya 1 cm, berwarna merah dan pangkalnya saling berlekatan. Bagian bunga tersebut sering dimanfaatkan sebagai bahan

makanan dan minuman (Maryani dan Kristiana, 2005). Taksonomi tanaman rosela menurut Mardiah dkk. (2009) dapat dilihat pada Tabel 3. Gambar morfologi tanaman rosela dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 3. Taksonomi Tanaman Rosela

Kingdom	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Kelas	Dicotyledoneae
Ordo	Malvaceales
Famili	Malvaceae
Genus	Hibiscus
Spesies	<i>Hibiscus sabdariffa</i>



Gambar 1. Kelopak Bunga Rosela Segar (a) Mahkota bunga, (b)Tangkai bunga, (c) Kelopak bunga (Sumber: Mariyah dan Kristiana, 2005).

Kandungan kelopak bunga rosela yang diketahui antara lain vitamin C, vitamin B1 dan B2, vitamin D, niasin, riboflavin, betakaroten, asam amino, polisakarida, zat besi, omega 3, kalsium dan serat,. Rasa asam kelopak bunga rosela disebabkan karena kandungan asam sitrat, vitamin C, dan asam glikolik di dalamnya (Maryani dan Kristiana, 2005). Secara lengkap komposisi kimiawi kelopak bunga rosela dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Kimia Kelopak Bunga Rosela per 100 g bahan

Komposisi Kimia	Satuan	Jumlah
Kalori	kal	44
Karbohidrat	g	11,1
Abu	g	1,0
Lemak	g	0,1
Protein	g	1,6
Serat	g	2,5
Kalsium	mg	160
Besi	mg	3,8
Fosfor	mg	60
Air	g	86,2
Thiamin	mg	0,04
Vitamin C	mg	214,68*
Niasin	mg	0,5
Riboflavin	mg	0,6
Betakaroten	g	285

Sumber: Maryani dan Kristiana (2005)
Mardiah dkk. (2009)*

Kelopak bunga rosela diketahui memiliki senyawa antioksidan yang dapat menghambat terakumulasinya radikal bebas penyebab berbagai penyakit kronis dan penuaan dini. Zat aktif yang berperan dalam bunga kelopak bunga rosela diantaranya adalah *gossypetin*, *glucoside*, *hibiscin*, flavonoid, dan antosianin (Widyanto dan Nelistya, 2008). Menurut Atmajasari (2014), antosianin yang terkandung di dalam bunga kelopak bunga rosela antara lain adalah *delphenidin-3-sambubiosida*, *sianidin-3-sambubiosida* dan *delphinidin-3-glukosa*. Menurut Mardiah (2010), kelopak bunga rosela kadar antosianin sebanyak 96 mg tiap 100 g bunga.

Antosianin dalam kelopak bunga rosela bermanfaat untuk mencegah kanker, terutama kanker yang disebabkan oleh radikal bebas. Antosianin juga mampu memberikan efek perlindungan terhadap penyakit kardiovaskuler, termasuk penyakit hipertensi (Mardiah, 2010). Selain itu, kandungan senyawa

teaflavin dan *katekin* yang terdapat dalam kelopak bunga rosela berperan untuk membantu mengatur kadar kolesterol darah dengan cara membatasi penyerapan kolesterol dan turut meningkatkan pembuangan kolesterol dari hati (Kusmardiaya dkk., 2007).

C. Antioksidan dan Antosianin pada Kelopak Bunga Rosela

Antioksidan juga dapat melindungi sel-sel dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas. Elektron pada antioksidan didonorkan kepada radikal bebas, sehingga dapat menstabilkan radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai (Sies, 1997). Antioksidan adalah suatu senyawa atau komponen kimia yang dalam kadar atau jumlah tertentu mampu menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi (Sayuti dan Rina, 2015). Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron. Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat meredam atau menangkal dampak negatif oksidan. Cara kerja antioksidan yaitu mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat di hambat (Winarti, 2010).

Berdasarkan fungsi dan mekanisme kerja antioksidan meliputi antioksidan primer, sekunder dan tersier. Antioksidan primer adalah antioksidan yang sifatnya sebagai pemutus reaksi berantai yang bisa bereaksi dengan radikal-radikal lipid dan mengubahnya menjadi produk-produk yang lebih stabil contohnya Glutation Peroksidase (GPx), Superoksida Dismutase (SOD), protein pengikat logam, dan katalase. Antioksidan sekunder bekerja dengan cara mengkelat logam yang bertindak sebagai pro-oksidan, menangkap

radikal dan mencegah terjadinya reaksi berantai contohnya isoflavon, vitamin C, vitamin E, β -karoten, albumin dan bilirubin (Sayuti dan Rina, 2015). Antioksidan tersier meliputi metionin sulfoksida reduktase dan sistem enzim DNA-*repair* contohnya metionin sulfida reduktase dan enzim - enzim yang memperbaiki DNA (Putra, 2008 dan DepKes, 2008).

Berdasarkan sumbernya antioksidan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Antioksidan alami antara lain vitamin A, karotenoid, vitamin C, vitamin E, antosianin, isoflavon, dan selenium. Antioksidan sintetis antara lain Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluen (BHT), Propil Galat, dan Tert-Butil Hidroksi Quinon (TBHQ) (Sayuti dan Rina, 2015).

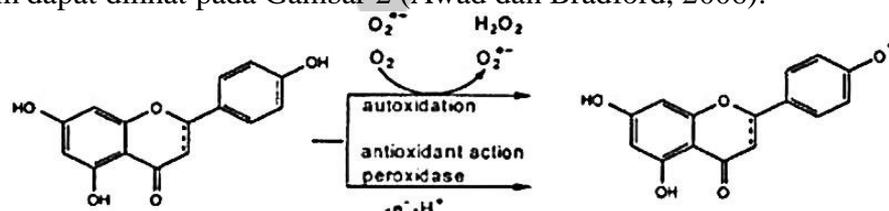
Senyawa antioksidan pada kelopak bunga rosela seperti *gossypeptin*, *anthocyanin*, *glucoside hibiscin* (Hartiati dkk., 2009). Senyawa antosianin termasuk dalam senyawa polifenol (Brouillard, 1982). Antosianin merupakan glikosida yang diturunkan dari gugus polihidroksi dan polimetoksi kation 2-fenilbenzopirilium atau kation flavium yang mudah larut dalam air dan stabil jika mengalami glikosilasi (Kong dkk., 2003). Antosianin mempunyai kemampuan untuk berinteraksi dengan basa dan asam, dan larut dalam pelarut yang bersifat polar seperti metanol dan air (Harborne, 1987).

Antosianin dapat digunakan sebagai pewarna dalam produk susu, minuman penyegar, kembang gula, roti atau kue, selai, jeli, manisan, sirup buah, dan produk awetan (Burdock, 1997). Antosianin merupakan pigmen yang memberikan warna merah pada buah-buahan, sayuran, dan tanaman

bunga (Astawan dan Andreas, 2008). Pigmen warna yang kuat dan larut dalam air ini merupakan dasar bagi sebagian besar warna merah jambu, merah senduduk, merah marak, ungu, dan biru yang mewarnai bunga, daun, dan buah tanaman tingkat tinggi (Herbone, 1987). Faktor-faktor yang dapat memengaruhi aktivitas antosianin antara lain struktur dan konsentrasi antosianin, pH, suhu, serta keberadaan oksigen dan cahaya (Jackman dan Smith, 1996).

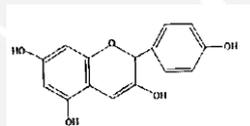
Antosianin merupakan senyawa yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan. Kemampuan antioksidatif antosianin berasal dari reaktifitasnya yang tinggi sebagai pendonor ion hidrogen yang dimilikinya untuk menstabilkan dan mendelokalisasi elektron tidak berpasangan atau sebagai senyawa penangkap (*scavenger*) radikal bebas. Donor hidrogen oleh antosianin berasal dari gugus hidroksil yang terdapat pada struktur antosianin (Markakis, 1992 dan Lawren, 2014).

Kemampuan antioksidan pada antosianin dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil bebasnya. Bila semakin banyak gugus hidroksil, maka kapasitas antioksidannya semakin besar. Selain itu, gugus hidroksil yang berdekatan, contohnya orto hidroksil pada cincin B menunjukkan peningkatan besar terhadap aktivitas antioksidan antosianin. Reaksi donor hidrogen secara umum dapat dilihat pada Gambar 2 (Awad dan Bradford, 2006).

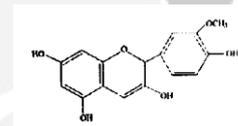


Gambar 2. Reaksi Donor Hidrogen pada Antosianin
(Sumber: Awad dan Bradfor, 2006)

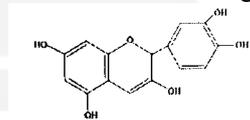
Struktur kimiawi, senyawa antosianin merupakan turunan dari struktur aromatik tunggal yaitu pigmen sianidin yang terbentuk melalui penambahan atau pengurangan gugus hidroksil, metilasi atau glikosilasi (Kong dkk., 2003). Antosianin terbagi atas tiga kelompok besar, yaitu antosianidin, aglikon, dan glikosida. Sebagian besar antosianin ditemukan dalam bentuk glikosida, yaitu pelargonidin, peonidin, sianidin, petunidin, delphinidin, dan malvidin (Astawan dan Andreas, 2008). Keragaman utamanya adalah sifat gulanya, jumlah satuan gulanya, dan letak ikatan gulanya (Harbone, 1987). Struktur keenam antosianin dapat dilihat pada Gambar 2a-2f.



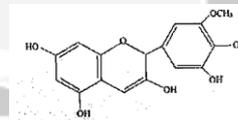
Gambar 3a. Struktur Pelargonidin



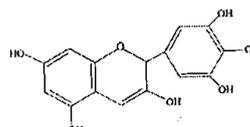
Gambar 3d. Struktur Peonidin



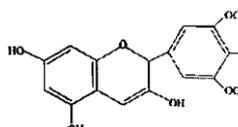
Gambar 3b. Struktur Sianidin



Gambar 3e. Struktur Petunidin



Gambar 3c. Struktur Delfinidin



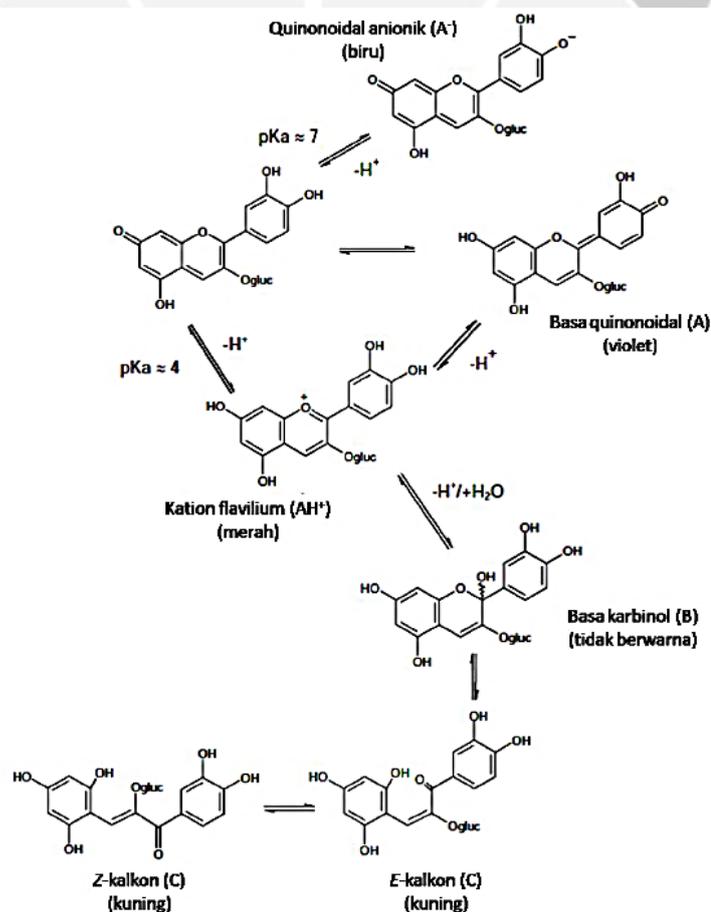
Gambar 3f. Struktur Malvidin

(Sumber: Harbone, 1987)

Pada pH berkisar 1 – 2, bentuk dominan antosianin yaitu flavilium. Pada bentuk flavilium, antosianin dalam kondisi yang paling stabil dan paling berwarna. Bila pH meningkat di atas 4, antosianin menjadi tidak stabil membentuk kalkon, quinoid, dan basa karbinol (Brat dkk., 2008).

Struktur antosianin memengaruhi kondisi stabilitas warna dan pembentukan warna merah pekat. Gugus asil yang terdapat pada struktur antosianin akan memengaruhi peningkatan stabilitas antosianin oleh

penumpukan gugus asil dengan cincin pirilium pada flavilium, sehingga ada ikatan yang dapat mencegah serangan nukleofilik air pada molekul antosianin menyebabkan pembentukan kalkon. Bila terjadi penambahan gugus glikosida atau peningkatan jumlah gugus hidroksil pada struktur menyebabkan antosianin cenderung berwarna biru dan relatif tidak stabil. Sebaliknya, metilasi atau penambahan jumlah gugus metoksi akan menyebabkan antosianin cenderung berwarna merah dan relatif stabil (Jackman dan Smith, 1996). Bentuk kesetimbangan antosianin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk Kesetimbangan Antosianin
(Sumber: Mateus dan Freitas, 2009)

Pada kelopak bunga rosela mempunyai 4 jenis antosianin antara lain sianidin 3-sambubiosida, sianidin 3-glukosida, delphinidin 3-sambubiosida, dan

delfnidin 3-glukosida. Sianidin 3-sambubiosida mempunyai 10 gugus hidroksil, sianidin 3-glukosida mempunyai 8 gugus hidroksil, delfnidin 3-sambubiosida mempunyai 11 gugus hidroksil, dan delfnidin 3-glukosida mempunyai 9 gugus hidroksil. Berdasarkan jumlah dominasi gugus hidroksil, diduga antosianin pada kelopak bunga rosela yang paling tahan panas adalah sianidin 3-glukosida (Jackman dan Smith, 1996).

Antosianin merupakan pigmen yang cukup tahan terhadap proses pemanasan, sehingga penggunaannya tidak menghadapi masalah pada bidang pengolahan makanan (Edwards, 2007). Pada penelitian Harada dan Ichiyo (2005) berjudul “*Anthocyanins Pigments with Improved Heat-Resistance*” menyatakan bahwa resistensi antosianin pada suhu panas dapat ditingkatkan dengan mengatur pH dari larutan air yang mengandung antosianin pada pH 4,0 – 6,5 dan memanaskan larutan pada suhu 40 °C hingga 100 °C, dan lebih disarankan pada suhu 80 °C hingga 100 °C. Menurut Chumsri dkk. (2008), pada penelitiannya dilakukan 2 macam yaitu variasi air dan variasi suhu, waktu. Ekstrak kelopak bunga rosela kering dengan variasi air terbaik dengan perlakuan 1:5 (b/v) dengan suhu 60 °C selama 60 menit antioksidannya diperoleh sebesar 50,48 mg/ml.

D. Antimikrobia Kelopak Bunga Kelopak bunga rosela

Kelopak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) selain sebagai pewarna merupakan salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai pengawet karena mengandung senyawa antibakteri (Mardiani dan Kristiani, 2008). Menurut Astawan dan Kasih (2008), senyawa fitokimia yang berfungsi sebagai

antimikrobia antara lain saponin, glukosinolat, polifenol, dan sulfida. Pada aktivitas antibakteri pada ekstrak etanol kelopak bunga rosela didapatkan pada kandungan fenolik yang terdiri dari flavonoid, tanin, antosianin, dan saponin (Herrera dkk., 2004).

Cara kerja fenol membunuh mikroorganisme adalah mendenaturasi protein sel. Turunan fenol berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi yang melibatkan ikatan hidrogen. Pada kadar rendah terbentuk kompleks protein fenol dengan ikatan yang lemah dan segera mengalami peruraian, diikuti penetrasi fenolik ke dalam sel dan menyebabkan presipitasi serta denaturasi protein. Pada kadar tinggi fenol menyebabkan koagulasi protein dan membran sel mengalami lisis (Lawrence dan Block, 1968).

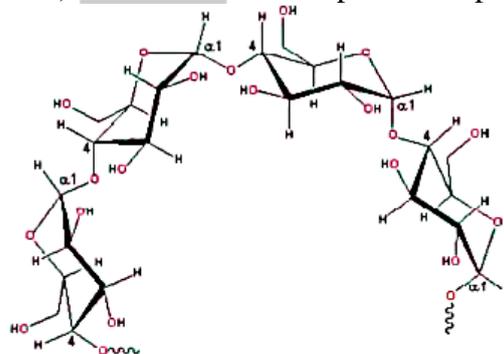
Ekstrak air-metanol *Hibiscus sabdariffa* kering menunjukkan efek penghambatan *in vitro* terhadap beberapa strain bakteri, seperti *S. aureus*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*, *Clostridium sporogenes*, *Bacillus cereus*, *K. pneumonia*, dan *Pseudomonas fluorescens*, tetapi tidak memengaruhi pertumbuhan jamur *Candida albicans* (Olaleye, 2007). *Hibiscus sabdariffa* segar, ekstrak etanol dan asam *protocatechuic acid* (20 mg/ml) efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri pembusukan makanan seperti *Salmonella typhimurium* DT104, *E. coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, *S. aureus* dan *B. cereus* (Chao and Yin, 2009 and Yin and Chao, 2008).

Pada penelitian Handarini (2014), tentang pewarna alami dan pengawet alami jeli menggunakan ekstrak kelopak bunga rosela. Pada

pengawetan alami dilakukan beberapa uji yaitu total mikrobial, total kapang dan khamir, dan total koliform selama penyimpanan 0, 5, dan 10 hari. Hasil pada penelitian tersebut yang terbaik A3 dengan aplikasi ekstrak kelopak bunga rosela 1,5 % yang bisa memberikan nilai penghambatan total mikrobial, total kapang dan khamir, dan total koliform. Hal tersebut membuktikan bahwa kelopak bunga rosela tidak hanya memberikan warna saja, tetapi bisa memperpanjang masa simpan makanan.

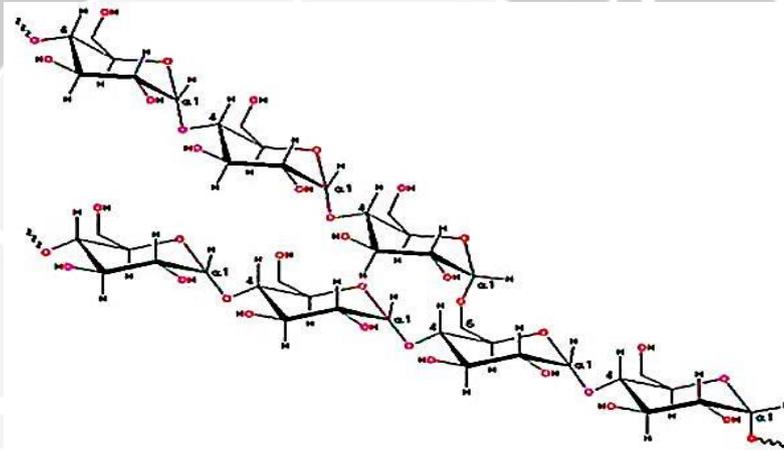
E. Gelatinisasi

Pati adalah polimer glukosa yang terdiri atas amilosa dan amilopektin (Jacobs dan Delcour, 1998). Amilosa merupakan rantai lurus yang terdiri dari molekul-molekul glukosa yang berikatan α -(1,4)-D-glukosa. Sumber pati akan memengaruhi panjang polimer. Selain itu, panjang polimer juga akan memengaruhi berat molekul amilosa (Moorthy, 2004) Amilosa memiliki kemampuan membentuk kristal sebab struktur rantai polimernya yang sederhana. Strukturnya yang sederhana dapat membentuk interaksi molekular yang kuat. Interaksi tersebut terjadi pada gugus hidroksil molekul amilosa. Pembentukan ikatan hidrogen ini lebih mudah terjadi pada amilosa daripada amilopektin (Taggart, 2004). Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur amilosa (Sumber: Chaplin, 2006)

Struktur amilopektin sama seperti amilosa, yaitu terdiri dari rantai pendek α -(1,4)-D-glukosa dalam jumlah yang besar, tetapi berbeda pada tingkat percabangan yang tinggi dengan ikatan α -(1,6)-D-glukosa dan bobot molekul yang besar. Amilopektin juga dapat membentuk kristal, tetapi tidak sereaktif amilosa. Hal ini terjadi karena adanya rantai percabangan yang menghalangi terbentuknya kristal (Taggart, 2004). Struktur amilopektin dapat dilihat pada Gambar 6.

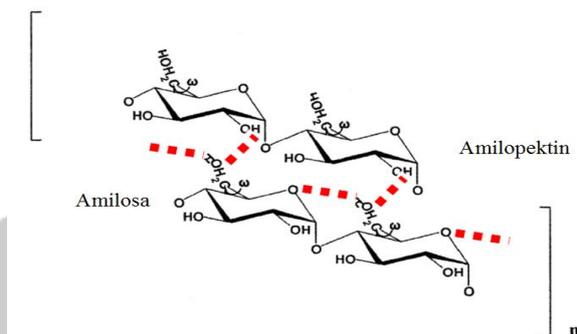


Gambar 6. Struktur amilopektin (Sumber: Chaplin, 2006)

Gelatinisasi terjadi dengan adanya pemanasan, air, dan pati (Sudarmadji, 1989). Menurut Pomeranz (1991), bahwa gelatinisasi adalah pembengkakan granula pati yang terjadi ketika dalam air panas, maka saat diberi air dingin granula pati akan tidak larut. Suhu pemanasan yang tinggi akan meningkatkan pembengkakan granula pati. Pembengkakan granula pati menyebabkan terjadinya penekanan antara granula pati dengan lainnya. Mula-mula pembengkakan granula pati bersifat *reversible* (dapat kembali ke bentuk awal), tetapi ketika suhu tertentu sudah terlewati, pembengkakan granula pati menjadi *irreversible* (tidak dapat kembali). Kondisi pembengkakan granula pati yang bersifat *irreversible* ini disebut dengan gelatinisasi, sedangkan suhu

terjadinya peristiwa ini disebut dengan suhu gelatinisasi. Suhu gelatinisasi berbeda-beda pada tiap jenis pati dan merupakan suatu kisaran. Pada kondisi panas, pati masih mempunyai kemampuan untuk tidak kaku dan mengalir yang fleksibel (Widjanarko, 2008). Suhu gelatinisasi pati kacang hijau berkisar 60 – 67 °C dan tapioka sebesar 62 – 73 °C (Hendarsono, 1984 dan Taggart, 2009).

Proses gelatinisasi dimulai dengan terjadinya granula pati yang berinteraksi dengan air panas maka beberapa *double helix* fraksi amilopektin merenggang dan terlepas saat ada ikatan hidrogen terputus. Jika suhu semakin tinggi maka ikatan hidrogen akan semakin banyak yang terputus, menyebabkan air terserap masuk ke dalam granula pati. Pada proses ini, molekul amilosa terlepas ke fase air yang menyelimuti granula, sehingga struktur dari granula pati menjadi terbuka dan lebih banyak air yang masuk ke dalam granula, menyebabkan granula membengkak dan volumenya meningkat. Proses gelatinisasi terus berlanjut sampai seluruh molekul amilosa berdifusi keluar sampai tinggal molekul amilopektin yang berada di dalam granula akan segera pecah, sehingga terbentuk matriks 3 dimensi. Matriks 3 dimensi berasal dari molekul air membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil gula dari molekul amilosa dan amilopektin (Tako dkk., 2014; Harper, 1981).



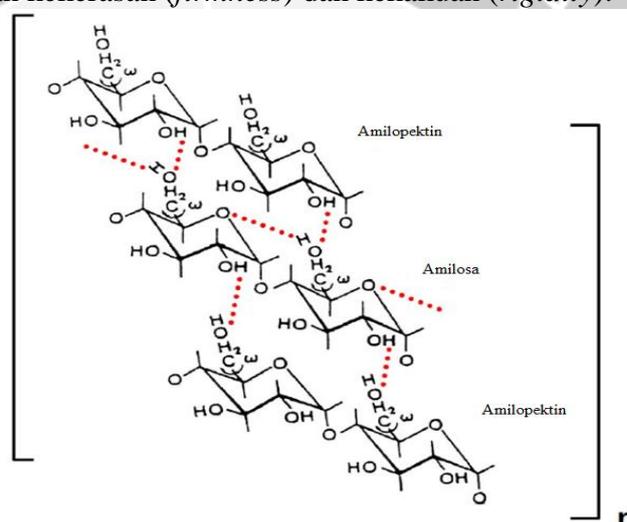
Gambar 7. Gelatinisasi Pati. Titik Berwarna Merah Mewakili Ikatan Hidrogen (Sumber: Tako dkk., 2014)

Faktor – faktor yang mempengaruhi proses gelatinisasi antara lain asal pati, konsentrasi pati, suhu, lama pemanasan, pH larutan, dan perlakuan mekanis. Menurut Winarno (1992), bila pH terlalu tinggi pembentukan gel cepat tetapi kekerasan gel cepat turun lagi, sedangkan ketika pH terlalu rendah pembentukan gel lambat. Penelitian Harashima dkk. (2004), bahwa pengaruh asam seperti asam sitrat, asam asetat, asam laktat, asam malat, asam askorbat, dan asam tartarat terhadap sifat reologi pati jagung. Viskositas pati tersebut akan meningkat dengan pH berkisar 5,5 dan 3,6 sedangkan viskositas sampel dengan pH dibawah 3,5 akan menurun lebih jauh hasilnya dibandingkan dengan kontrol yang pH 6,3. Hidrolisis rantai amilosa dan amilopektin terjadi dengan menambahkan zat asam, dan menyebabkan penurunan viskositas pada pH yang lebih rendah, tetapi bila penambahan zat asam dalam jumlah kecil akan menyebabkan peningkatan viskositas.

F. Retrogradasi

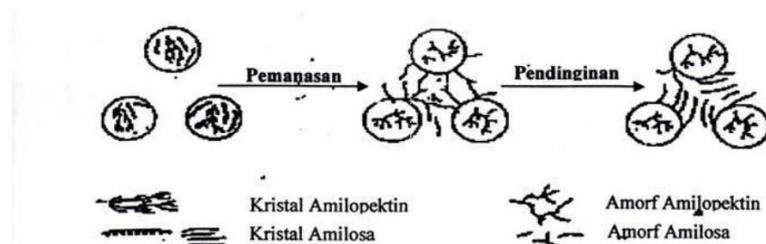
Retrogradasi adalah proses kristalisasi kembali pati setelah mengalami gelatinisasi yakni terjadi ketika pati ini mulai mendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa

untuk bersatu kembali. Terbentuknya ikatan hidrogen baru antara molekul-molekul amilosa yang berikatan kembali satu sama lain dan juga berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula, dengan butir-butir pati yang bengkak tersebut menyatu dan menjadi seperti jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap (Winarno, 2002). Mekanisme retrogradasi pati dapat dilihat pada Gambar 8. Sifat reologinya akan berubah dengan peningkatan kekerasan (*firmness*) dan kekakuan (*rigidity*).



Gambar 8. Retrogradasi Pati. Titik Berwarna Merah Mewakili Ikatan Hidrogen (Sumber: Tako dkk., 2014)

Proses retrogradasi terjadi bila dalam gel jumlah airnya minimum. Suhu penyimpanan dan kadar air merupakan faktor penting yang mengatur tingkat retrogradasi. Selain itu, sumber pati yang berbeda akan memengaruhi tingkat retrogradasi yang terjadi dan kemungkinan besar hal ini tidak hanya disebabkan oleh rasio amilosa dan amilopektin saja (Eliasson dan Gudmundsson, 1996). Peristiwa keluarnya air dari gel setelah terjadi proses retrogradasi disebut sineresis (D'apponia, 1971). Proses gelatinisasi kemudian retrogradasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perubahan Granula Pati Selama Pemanasan dan Pendinginan Secara Umum (Sumber: Whistler et al., 1984)

G. Pengertian Cendol

Bahan pembuatan cendol antara lain tepung hunkwe dan tepung tapioka. Tepung hunkwe dan tepung tapioka merupakan bahan yang digunakan dalam olahan cendol yang mengandung pati. Tepung Hunkwe adalah biji kacang hijau yang kulit arinya sudah dikupas (Soeprapto dan Sutarman, 1990). Kandungan pati kacang ijo menurut Rahayu (1993), terdiri dari 28,8 % amilosa dan 71,2 % amilopektin. Tepung tapioka terbuat dari endapan (pati) yang dikeringkan dan dihaluskan hasil penggilingan ubi kayu dengan penambahan air yang sudah dibuang ampasnya. Ubi kayu tergolong polisakarida yang mengandung amilopektin 83 % dan amilosa 17 % (Winarno, 2004).

Syarat mutu penting untuk diketahui dalam pengolahan produk agar olahan tersebut aman untuk dikonsumsi. Pada syarat mutu untuk cendol belum tercatat dalam Standar Nasional Indonesia. Oleh karena itu, syarat mutunya disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia pada kue lapis disebabkan pada pembuatan cendol juga menggunakan tepung hunkwe dan tapioka sebagai bahan dasarnya. Kualitas kue lapis yang baik berdasarkan Standar Nasional Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. SNI 01-4309-1996 (Kue Lapis)

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan: 1.1 Penampakan 1.2 Warna 1.3 Bau 1.4 Rasa		normal normal khas khas
2	Air	%	maks. 28,0
3	Asam lemak bebas dihitung sebagai As.Oleat	%	maks. 0,7
4	Bahan Tambahan Makanan: 4.1 Pemanis buatan 4.2 Pemanis tambahan 4.3 Pengawet	- - -	tidak boleh sesuai SNI 01-2893-1992
5	Cemaran Logam: 5.1 Timbal (Pb) 5.2 Tembaga (Cu) 5.3 Seng (Zn) 5.4 Raksa (Hg)	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	maks. 1,0 maks. 10,0 maks. 40,0 maks. 0,05
6	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,5
7	Cemaran Mikrobia: 7.1 Angka lempeng total 7.2 Coliform 7.3 E.coli 7.4 Kapang dan khamir 7.5 St. auerus	cfu/gram APM/gram APM/gram cfu/gram cfu/gram	maks. 10^6 10 < 3 maks. 50 maks. 10^3

(Badan Standarisasi Nasional, 1996).

H. Proses Ekstraksi Kelopak Bunga Rosela

Ekstraksi adalah suatu cara untuk memperoleh sediaan yang mengandung senyawa aktif dari suatu bahan alam menggunakan pelarut yang sesuai. Ekstraksi dapat dilakukan dengan berbagai metode dan cara yang sesuai dengan sifat dan tujuan ekstraksi itu sendiri. Sampel yang akan diekstraksi dapat berbentuk sampel segar ataupun sampel yang telah dikeringkan. Tujuan ekstraksi adalah untuk menarik semua zat aktif dan komponen kimia yang terdapat dalam simplisia (Marjoni, 2016).

Ekstraksi secara dingin menggunakan beberapa metode antara lain maserasi dan perkolasi. Ekstraksi secara dingin dengan metode maserasi adalah proses ekstraksi sederhana yang dilakukan hanya dengan cara merendam tanaman dalam satu atau campuran pelarut selama waktu tertentu pada temperatur kamar dan terlindungi dari cahaya. Ekstraksi secara panas menggunakan beberapa metode antara lain seduhan, *coque* (penggodokan), infusa, digestasi, dekokta, refluks, dan soxhletasi. Ekstraksi secara panas dengan metode infusa yang merupakan sediaan cair yang dibuat dengan cara merendam bahan dengan air pada suhu 90 °C selama 15 menit (Marjoni, 2016).

Pada penelitian Chumsri dkk. (2008) adanya variasi air dengan kelopak bunga rosela kering yaitu 1:5 (b/v) dan 1:10 (b/v) pada suhu 60 °C selama 60 menit. Ekstrak kelopak bunga rosela kering dengan variasi air terbaik dengan perlakuan 1:5 (b/v) dengan suhu 60 °C selama 60 menit diperoleh antioksidan sebesar 50,48 mg/ml, dibandingkan dengan perlakuan 1:10 (b/v) antioksidannya diperoleh 45,05 mg/ml. Isnaini (2010) juga melakukan penelitian kelopak bunga rosela kering ditambahkan air yaitu rasio 1:3, 1:5, dan 1:7 (b/v) dengan proses ekstraksi selama 15 menit pada suhu 40 °C, 50 °C, dan 60 °C. Pembuatan adonan agar-agar ditambahkan 10 % (v/v) ekstrak pigmen kemudian direbus. Pada perlakuan 1:5 pada suhu 40 °C, 50 °C, dan 60 °C. ekstrak diaplikasikan ke produk agar-agar diperoleh hasil antioksidan pada agar-agar tersebut yaitu sekitar 40 – 50 %. Heba dkk. (2014) berdasarkan penelitian yang telah dilakukannya ekstrak bubuk kelopak bunga

rosela kering dengan pelarut air, etil asetat, heksan, dan metanol dengan suhu 25°C, 50°C dan titik didih dari masing-masing pelarut selama 10 menit. Pada ekstraksi dengan pelarut air suhu 100 °C selama 10 menit menunjukkan hasil persen hambatan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil* (DPPH) berkisar 70 %

I. Hipotesis

1. Penambahan ekstrak kelopak bunga rosela pada pembuatan cendol memberikan pengaruh terhadap kualitas fisik, kimia, organoleptik, dan mikrobiologi cendol.
2. Penambahan ekstrak kelopak bunga rosela yang dibutuhkan dalam pembuatan cendol akan menghasilkan produk berkualitas baik adalah pada perlakuan 1:3.