

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Morfologi dan Taksonomi Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Tanaman rosella merupakan tanaman semak tegak tinggi berakar tunggang yang mampu tumbuh mencapai 3-5 m baik di daerah tropis maupun subtropis. Rosella memiliki batang berkayu bulat dan tegak dengan percabangan simpodial dan berwarna kemerahan. Daunnya tunggal berseling berbentuk bulat telur dengan ujung yang runcing, tepi beringgit, pangkal berlekuk dengan pertulangan daun menjari. Daun rosella memiliki lebar 5-8 cm, panjang 5-15 cm dengan tangkai berukuran 4-7 cm, penampang bulat dan berwarna hijau (Bakti Husada, 2001).

Bagian dari tanaman rosella yang paling sering dimanfaatkan adalah bunganya. Tanaman rosella menghasilkan bunga sepanjang tahun (Bakti Husada, 2001). Bunganya berwarna merah terletak di ketiak daun dan tunggal, dengan kelopak terdiri dari 8-11 daun kelopak berukuran 1 cm, berbulu, dan pangkal berlekatan (Devi, 2009).

Mahkota bunga rosella berbentuk corong dengan 5 daun mahkota berukuran 3-5 cm. Tangkai sari pendek dan tebal yang panjangnya ± 5 mm, sedangkan putik berbentuk tabung dengan warna merah atau kuning (Devi, 2009). Gambar morfologi bunga rosella dapat dilihat pada Gambar 1 dan rosella yang sudah dikeringkan dapat dilihat pada Gambar 2. Taksonomi dari rosella dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Taknsonomi Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.)

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

Sumber: Mardiah dkk. (2009)



Gambar 1. Morfologi Bunga Rosella (a) Mahkota Bunga, (b) Kelopak Bunga, (c) Tangkai Bunga (Sumber: Lawren, 2014)



Gambar 2. Bunga Rosella yang Telah Dikeringkan (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2017)

Bunga rosella mengandung banyak zat yang berguna bagi manusia. Selain itu, bunga rosella juga identik dengan rasa asam sehingga memberikan sensasi segar. Rasa asam pada bunga rosella dikarenakan adanya kandungan vitamin C (0,002-0,005 %), asam sitrat dan asam malat dengan total 13 %, dan asam glikolik (Maryani dan Kristiana, 2005). Kandungan gizi bunga rosella per 100 g dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gizi Bunga Rosella per 100 g Bahan

Komposisi Kimia	Satuan	Jumlah
Kalori	kal	44
Air	g	86,2
Protein	g	1,6
Lemak	g	0,1
Karbohidrat	g	11,1
Serat	g	2,5
Abu	g	1,0
Kalsium	mg	160
Fosfor	mg	60
Besi	mg	3,8
Betakaroten	mg	285
Vitamin C	mg*	260-280
Thiamin	mg	0,04
Riboflavin	mg	0,6
Niasin	mg	0,5

Sumber: Maryani dan Kristiana (2005)

*Paruntu dkk. (2015)

Bunga rosella memiliki beberapa kandungan zat seperti *gossypetin*, glukosida, *hibiscin*, flavonoid, *the flavin*, katekin dan antosianin (Widyanto dan Nelistya, 2008). Antosianin pada bunga rosella mampu memberikan efek perlindungan terhadap penyakit kardiovaskuler, termasuk penyakit hipertensi (Mardiah, 2010). Setiap 100 g bunga rosella mengandung 96 mg antosianin (Hermawan dkk., 2011). *Theaflavin* dan *katekin* mampu membatasi penyerapan kolesterol dan meningkatkan pembuangan kolesterol dari hati sehingga kadar kolesterol terjaga (Lawren, 2014). Jenis dan jumlah antosianin yang terdapat pada bunga rosella (kaliks) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis dan jumlah kandungan antosianin pada bunga rosella (kaliks)

Jenis antosianin	Jumlah antosianin (mg/g dm)
Sianidin 3-O-glukosida	02,40 ± 0.02
Delfinidin 3-O-glukosida	02,20 ± 0.01
Sianidin 3-O-sambubiosida	17,11 ± 0,10
Delfinidin 3-O-sambubiosida	21,28 ± 0,05

Sumber : Kouako dkk. (2015)

B. Antioksidan Antosianin

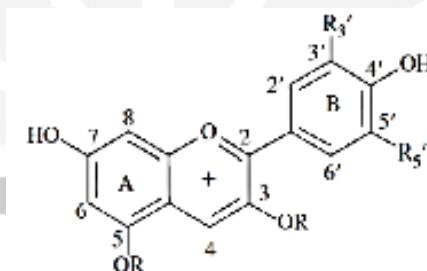
Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (*electron donors*) yang mampu mengatasi dampak negatif oksidan dalam tubuh seperti kerusakan elemen vital sel tubuh. Antioksidan memiliki kemampuan menghambat radikal bebas dengan mengikat molekul radikal bebas yang sangat reaktif. Serangan radikal bebas mengakibatkan reaksi berantai yang kemudian akan membentuk senyawa radikal bebas yang baru. Reaktivitas senyawa radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan sel atau jaringan, penyakit autoimun, penyakit degeneratif hingga kanker. Oleh karena itu, tubuh membutuhkan antioksidan untuk menangkal serangan radikal bebas dengan meminimalisir dampak negatif dari senyawa radikal bebas (Setyaningrum, 2013).

Menurut Arsyad (2014), berdasarkan cara kerjanya antioksidan dibagi menjadi 3, yaitu antioksidan primer, sekunder, dan tersier. Antioksidan primer merupakan antioksidan yang bekerja dengan melepaskan hidrogen untuk menghentikan reaksi berantai pembentukan radikal bebas. Antioksidan sekunder bekerja dengan pengelatan metal untuk menghambat pembentukan senyawa oksigen reaktif. Antioksidan tersier meliputi sistem enzim *DNA-Repair* dan metionin sulfoksida yang bekerja dengan memperbaiki biomolekuler yang rusak akibat reaktivitas radikal bebas.

Antosianin merupakan pigmen alami pada tumbuhan yang termasuk senyawa fenolik dan termasuk dalam golongan flavonoid. Antosianin menghasilkan warna merah hingga biru pada tumbuhan. Antosianin bersifat

larut dalam air dan dapat dijumpai pada buah dan sayur seperti pada anggur, ceri, kol merah, bunga kembang sepatu dan rosella (Jackman dan Smith, 1996). Antosianin memiliki kemampuan dapat berinteraksi dengan asam dan basa, dan larut dalam pelarut polar seperti air dan metanol (Harborne, 1987).

Secara kimia, semua jenis antosianin adalah turunan sianidin. Namun, antosianin jenis lain dapat terbentuk apabila sianidin mengalami metilasi, perubahan jumlah gugus hidroksil atau glikosida. Antosianin tersusun dari aglikon (antosianidin), molekul gula, dan pada beberapa antosianin residu gula diasilasi oleh asam organik (antosianin terasilasi) (Harborne, 1987). Struktur dasar antosianin dapat diamati pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur dasar antosianin (Brouillard, 1982)

Keterangan: R3' dan R5': Gugus substitusi

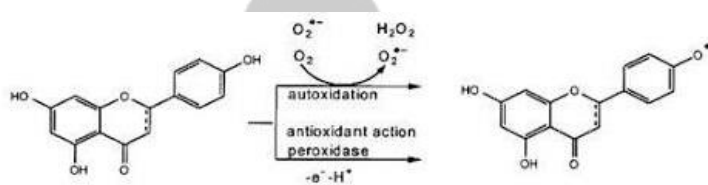
R: Jenis glikon (gula atau gula terasilasi)

Antosianin adalah hasil glikosilasi polihidroksi dan atau turunan polimetoksi dari garam 2-benzopirilium (flavilium). Inti flavilium mengalami kekurangan elektron, sehingga menjadi sangat reaktif dan hanya stabil pada keadaan asam, yakni pada pH di bawah 4 dan mulai mengalami perubahan warna pada pH 4 hingga 4,5 (Vargaz dan Lopez, 2003). Antosianin yang berada pada kondisi nilai pH rendah (asam) akan memiliki warna yang lebih

merah dan stabil karena kation flavilium penyebab warna merah pada antosianin stabil dan tidak terdegradasi (Eskin, 1990).

Antosianin merupakan senyawa yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan. Kemampuan antioksidatif antosianin berasal dari reaktivitasnya yang tinggi sebagai pendonor ion hidrogen dan kemampuan radikal turunan polifenol 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. Selain itu, senyawa antosianin juga memiliki kemampuan untuk mengkhelat (Lawren, 2014).

Efek antioksidan antosianin ditentukan oleh jumlah gugus hidroksil bebas yang terdapat pada struktur antosianin. Semakin banyak gugus hidroksilnya, maka kapasitas antioksidannya akan semakin besar. Selain itu, gugus hidroksil yang berdekatan, contohnya orto hidroksil pada cincin B menunjukkan peningkatan besar terhadap aktivitas antioksidan antosianin. Reaksi donor hidrogen antosianin secara umum dapat dilihat pada Gambar 4 (Awad dan Bradford, 2006).

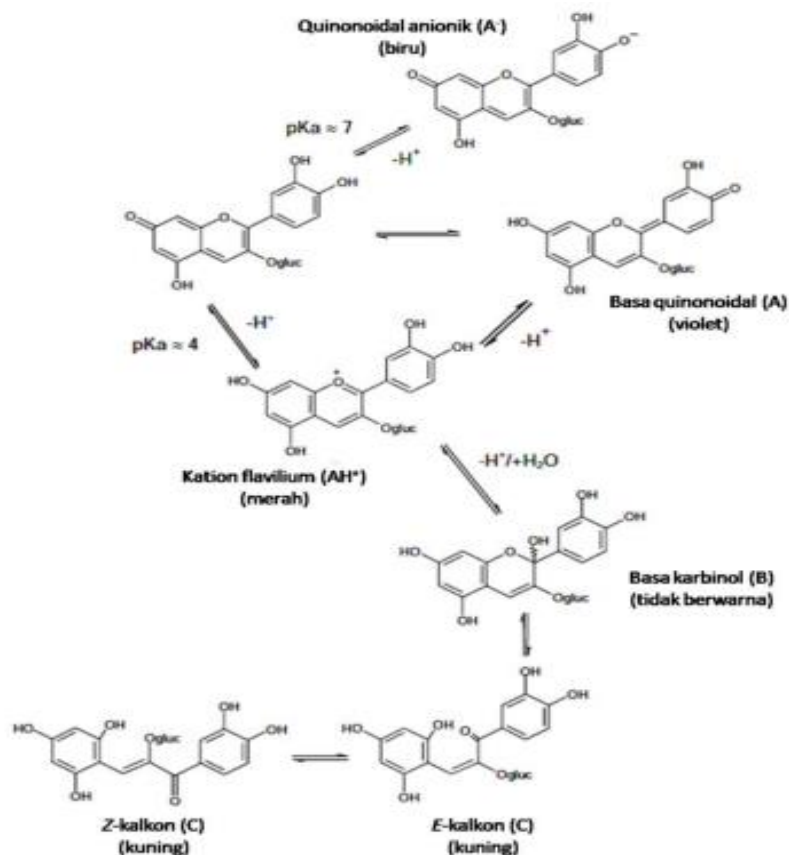


Gambar 4. Reaksi donor hidrogen pada antosianin (Sumber : Awad dan Bradford, 2006)

Warna merah antosianin dikarenakan pada pH asam pigmen antosianin berbentuk kation flavilium yang berwarna merah. Namun,

peningkatan pH dan pemanasan akan menyebabkan semakin banyak terbentuknya senyawa kalkon dan basa karbinol yang menyebabkan antosianin menjadi tidak berwarna, serta pembentukan alfa diketon yang menyebabkan warna antosianin mengalami pemucatan hingga berwarna cokelat. Bentuk kesetimbangan ini dapat diamati pada Gambar 5 (Markakis, 1982). Antosianin dapat mengalami degradasi dengan beberapa mekanisme yang akan mengubah warna antosianin menjadi produk larut tidak berwarna atau berwarna cokelat. Degradasi warna antosianin dapat terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan (Harborne, 1987).

Struktur antosianin memengaruhi pembentukan warna merah pekat dan stabilitas warna antosianin. Adanya gugus asil pada struktur antosianin akan menyebabkan peningkatan stabilitas antosianin oleh penumpukan gugus asil dengan cincin pirilium pada kation flavilium, sehingga ada ikatan yang dapat mencegah serangan nukleofilik air pada molekul antosianin yang menyebabkan pembentukan kalkon. Jumlah gugus metoksi yang dominan pada struktur antosianin akan menyebabkan antosianin berwarna merah dan stabil terhadap panas. Jumlah hidroksil yang dominan pada struktur dapat menyebabkan antosianin cenderung berwarna biru dan relatif tidak stabil (Jackman dan Smith, 1996).



Gambar 5. Bentuk Kesetimbangan Antosianin (Sumber : Markakis, 1982)

Terdapat 4 jenis antosianin yang terkandung pada bunga rosella, yaitu sianidin 3-glukosida, sianidin 3-sambubiosida, delphinidin 3-glukosida dan delphinidin 3-sambubiosida. Sianidin 3-glukosida memiliki 8 gugus hidroksil, sianidin 3-sambubiosida memiliki 10 gugus hidroksil, delphinidin 3-glukosida memiliki 9 gugus hidroksil, dan delphinidin 3-sambubiosida memiliki 11 gugus hidroksil. Berdasarkan jumlah dominasi gugus hidroksil, diduga antosianin pada bunga rosella yang paling tahan panas adalah sianidin 3-glukosida (Jackman dan Smith, 1996).

Dalam bahan pangan alami dan olahan, antosianin merupakan pemberi warna merah bagi kebanyakan buah dan sayur. Sekitar 200 jenis antosianin telah diidentifikasi dan diperkirakan bahwa konsumsi antosianin

rata-rata adalah 200 mg per hari (Edwards, 2007). Pernyataan ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Bitsch dkk. (2004) yang melakukan penelitian pemberian jus anggur merah dengan kandungan antosianin 283,5 mg. Diperoleh bahwa kelebihan antosianin sebesar 0,23 % dari total asupan dikeluarkan melalui urin. Angka ini bervariasi antar individu, bergantung dari sumber antosianin dan kecepatan metabolisme tiap individu.

Antosianin merupakan pigmen yang cukup tahan terhadap proses pemanasan apabila diberi perlakuan tertentu, sehingga penggunaannya tidak menghadapi masalah pada bidang pengolahan makanan. Pemudaran warna dan pencokelatan akan terjadi apabila terpapar pada suhu yang tinggi pada waktu yang lama (Edwards, 2007). Harada dan Ichiyo (2005) melalui percobaannya yang berjudul “*Anthocyanins Pigments with Improved Heat-Resistance*” menyatakan bahwa resistensi terhadap panas antosianin 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.

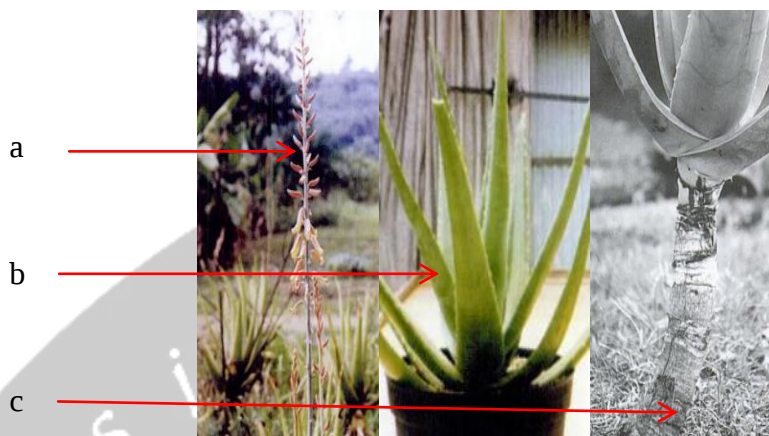
Penelitian Tokusoglu dan Zihin (2012) menghasilkan bahwa kandungan antosianin pada ubi jalar (*Ipomea batatas*) dengan perlakuan perebusan air dengan suhu didih air lebih tinggi daripada ubi jalar tanpa perlakuan, yakni $11992 \pm 15,86$ mg/100 g pada ubi jalar tanpa perlakuan dan $13767 \pm 8,94$ mg/100 g pada ubi jalar dengan perlakuan perebusan. Penentuan kandungan antosianin dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 530 nm. Perlakuan perebusan menghasilkan kandungan

antosianin yang lebih tinggi. Keadaan ini diduga dikarenakan pemanasan menyebabkan jaringan pada ubi jalar pecah dan melepaskan kandungan antioksidan.

C. Morfologi dan Taksonomi Lidah Buaya (*Aloe babardensis*)

Lidah buaya merupakan tanaman golongan *Liliaceae* semak rendah dengan batang pendek berserat atau berkayu dengan kisaran hanya 10 cm. Lidah buaya memiliki daun yang bersap-sap melingkar berbentuk helaian tombak memanjang dengan bagian atas daun yang rata, bagian bawah yang membulat (cembung) dan terdapat duri di bagian tepi. Daunnya bersifat sukulen dengan daging tebal dan lapisan lilin di permukaan, tidak bertulang dan berwarna hijau keabu-abuan. Panjang daun lidah buaya mampu mencapai 60-80 cm, lebar 10-14 cm, tebal 2-3 cm dengan berat mampu mencapai 1,2-1,5 kg namun bervariasi bergantung pada tempat hidupnya (Furnawanthi, 2007).

Lidah buaya memiliki bunga berbentuk lonceng berwarna kuning atau oranye dengan panjang 2-3 cm dengan kelamin dua. Bunga lidah buaya melingkari ujung tangkai yang menjulang ke atas sepanjang 50-100 cm dengan susunan berjuntai. Lidah buaya memiliki akar serabut dengan panjang 30-40 cm (Furmawanthi, 2007). Morfologi lidah buaya dan daun lidah buaya dapat diamati pada Gambar 6 dan Gambar 7. Taksonomi lidah buaya dapat diamati pada Tabel 4.



Gambar 6. Morfologi Lidah Buaya (a) Bunga, (b) Daun (c) Batang
(Sumber: Furnawanthi, 2007)



Gambar 7. Morfologi Daun Lidah Buaya (a) Kulit Daun, (b) Gel
(Sumber: Furnawanthi, 2007)

Tabel 4. Taksonomi Lidah Buaya (*Aloe babardensis*)

Kerjaan	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Kelas	Monocotyledoneae
Ordo	Liliflorae
Famili	Liliceae
Genus	Aloe
Spesies	<i>Aloe babardensis</i>

Sumber: Setiawan (2012)

Lidah buaya dapat digunakan untuk mengatasi beberapa penyakit seperti sariawan, tingginya kadar lemak dalam darah, asma, dan batuk. Gel lidah buaya mengandung serat pangan sebesar 57,64 % dan serat larut sebesar 0,0136 % (Femenia dkk., 2003 ; Setiawan, 2012). Komposisi serat pangan dalam lidah buaya antara lain selulosa, substansi pektat, lignin dan mannan. Kandungan gizi pada lidah buaya setiap 100 g dapat diamati pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Zat Gizi Lidah Buaya per 100 g

Zat Gizi	Satuan	Jumlah
Energi	kal	4,00
Protein	g	0,10
Lemak	g	0,20
Serat	g	0,30
Abu	g	0,10
Kalsium	mg	85,00
Fosfor	mg	186,00
Besi	mg	0,80
Vitamin C	mg	3,476
Vitamin A	IU	4,594
Vitamin B1	mg	0,01
Kadar air	g	99,20

Sumber : Departemen Kesehatan R.I (1992)

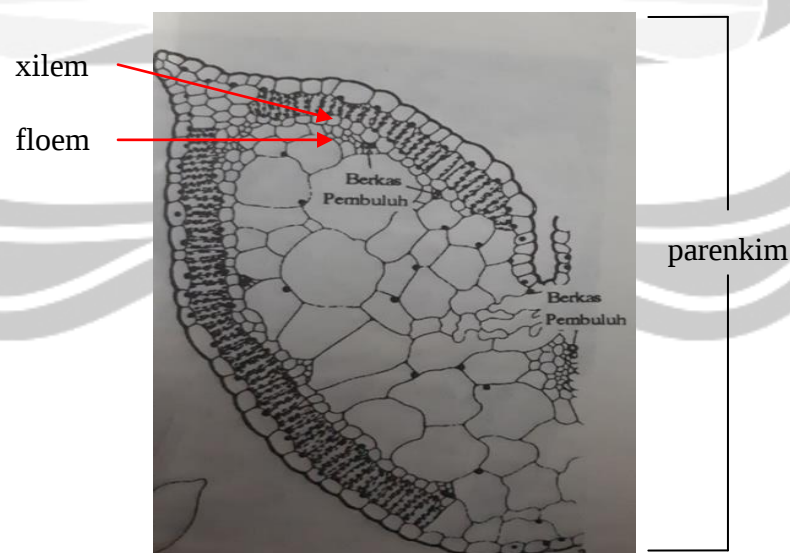
D. Sifat Kimia Gel Lidah Buaya

Daun lidah buaya terdiri dari beberapa bagian utama, yakni kulit daun, eksudat dan *mucilage gel* (empulur). Eksudat merupakan cairan getah pada lidah buaya yang keluar dari jaringan ketika pangkal daun lidah buaya dipotong. Eksudat dibagi menjadi 2 jenis, yakni *yellow sap* yang berwarna kuning kecokelatan dan eksudat yang tidak berwarna (bening). *Yellow sap* mengandung komponen antrakuinon beserta turunannya, aloin, dan aloe-emodin, sedangkan eksudat bening mengandung berbagai komponen fenolik. Eksudat dikenal juga sebagai lendir memiliki efek alergi bagi beberapa orang yang memiliki hipersensitivitas terhadap berbagai alergen (Ardasania, 2014; Reynolds dan Dweck, 1991).

Mucilage gel lidah buaya merupakan bagian dari tumbuhan lidah buaya dengan kandungan air yang tinggi. Hal ini dikarenakan gel lidah buaya terdiri jaringan parenkim yang memiliki kemampuan menyimpan air. Jaringan parenkim ini merupakan hasil perkembangan dan spesialisasi dari

jaringan meristem dasar. Jaringan parenkim terdiri dari sel hidup dengan fungsi berlainan yang ditentukan dari gen masing-masing tumbuhan, yang kemudian menentukan hasil dari proses spesialisasi jaringan parenkim (Fahn, 1982).

Bagian tepi daun tersusun dari jaringan tiang, yang kemudian mengelilingi jaringan parenkim dengan sel berukuran besar yang berfungsi menyimpan cadangan air bagi tumbuhan. Jaringan parenkim ini merupakan penyusun dari gel lidah buaya (empulur). Antara jaringan parenkim dan jaringan tiang daun, dipisahkan oleh berkas pembuluh berupa jaringan xilem yang berfungsi untuk mengangkut air dan jaringan floem yang berfungsi mengangkut unsur hara serta hasil fotosintesis (Fahn, 1982). Struktur dan morfologi daun dari tumbuhan sukulen dapat diamati pada Gambar 8.

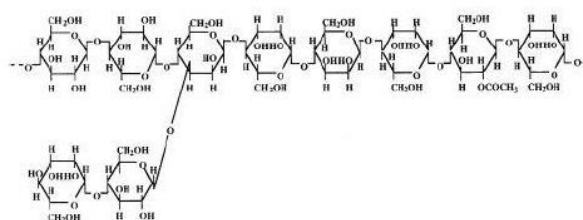


Gambar 8. Struktur Dan Susunan daun Tumbuhan Sukulen Dengan Penampang Melintang (Sumber : Fahn, 1982)

Mucilage gel (empulur) atau yang seringkali disebut sebagai daging/gel lidah buaya diperoleh dengan mengupas seluruh bagian

permukaan daun. Air merupakan komponen penyusun terbesar pada daging lidah buaya, yakni sebesar 96 % dan sisanya adalah 4 % padatan yang terdiri dari mineral (kalsium, magnesium, potasium, sodium, besi, zink dan kromium), polisakarida seperti mannosa-fosfat, beta-1,4 asetil-manan, glukoprotein alprogen n, C-glukosilkromon dan terutama glukomanan yang merupakan polisakarida utama yang terdapat di dalam gel lidah buaya. Sebanyak 17 jenis asam amino juga terkandung di dalam daging lidah buaya yang penting bagi tubuh (Setiawan, 2012 ; Reynolds dan Dweck, 1991).

Glukomanan atau yang juga disebut konjak mannan merupakan golongan heteropolisakarida larut air yang terdiri dari D-manosa dan D-glukosa dalam rasio 1,6 : 1 memiliki ikatan β (1,4). Glukomanan merupakan polisakarida larut air yang dengan sifat istimewa mampu membentuk larutan kental dalam air, mengikat air, memiliki daya mengembang yang besar dan dapat membentuk gel (Akbar dkk., 2013). Glukomanan merupakan polisakarida terbesar yang terkandung di dalam gel lidah buaya, yakni 1 g gel lidah buaya mengandung 0,268 g glukomanan (Femenia dkk., 2003; Purbaya, 2003). Struktur dari glukomanan dapat diamati pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur Glukomanan (Sumber : Akbar dkk., 2013)

Glukomanan memiliki kemampuan mengikat air dan berat molekul yang tinggi (200-2000 kDa). Kemampuan mengikat air pada glukomanan

dapat mencegah kristalisasi, sehingga memiliki potensi sebagai bahan penstabil dalam pembuatan es krim dikarenakan mekanisme kerja seperti *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC) yang sering digunakan sebagai agen pengental pada es krim (Akbar dkk., 2013). Hal ini dibuktikan oleh penelitian Yanuarda dkk. (2014) yang menyatakan bahwa penambahan gel lidah buaya pada adonan es krim berbahan dasar susu *full cream* dan susu skim mampu meningkatkan viskositas dan menurunkan kecepatan leleh es krim.

Glukomanan dapat dihidrolisis dengan cara radiasi sinar gamma, kimiawi dan enzimatis (Ojima dkk., 2009). Glukomanan umumnya diperoleh pada umbi Porang segar (*Amorphophalus* sp.) dengan kandungan 3,58 % dan pada tepung adalah 10,24 % (Fernida, 2009). Ekstraksi glukomanan dilakukan dengan pengecilan ukuran bahan (diiris, dipotong, dihaluskan), dilanjutkan dengan pengeringan bahan dan pemisahan dari polisakarida lainnya. Proses pemisahan umumnya dilakukan dengan bantuan enzim α -amilase (Herlina dkk., 2016).

E. Definisi, Komposisi, Proses Pembuatan dan Syarat Mutu Es Krim

Es krim adalah makanan beku semi padat hasil olahan susu yang dibuat dengan melewati berbagai proses, yaitu pasteurisasi, homogenisasi, pematangan es krim (penyimpanan dalam lemari es), dan pengadukan untuk membentuk rongga udara pada adonan es krim, serta pembekuan (Oksilia dkk., 2012). Bahan utama dalam pembuatan es krim secara umum terdiri dari 6 jenis, diantaranya adalah lemak susu, padatan susu tanpa lemak, gula, pengemulsi, penstabil dan air yang merupakan kandungan utama dari es krim,

yakni berkisar 55-64 % (Astawan, 2010 ; Harris, 2011). Setiap bahan dalam pembuatan es krim memiliki fungsi dan peranannya masing-masing.

1. Lemak susu

Penggunaan lemak susu berfungsi menghasilkan tekstur yang lembut (*creamy*), meningkatkan cita rasa, dan memberikan karakteristik pelumeran yang baik. Namun, penggunaan lemak susu yang terlalu banyak dapat menghalangi kemampuan mengikat bahan-bahan adonan es krim. Umumnya kandungan lemak susu adonan es krim berkisar 10-16 % (Harris, 2011). Selain itu juga dikarenakan kandungan laktosa pada susu yang berlebihan dapat menyebabkan terbentuknya kristal laktosa yang tajam yang mengakibatkan tekstur es krim menjadi kasar (Sia, 2014).

Sumber lemak susu yang umumnya digunakan adalah susu *full cream* atau *whipped cream*. Susu *full cream* memiliki kandungan 13 % lemak dan 13 % protein. *Whipped cream* merupakan produk olahan susu yang berbentuk emulsi campuran dari pengocokan lemak, protein, *stabilizer*, *emulsifier* dan air. Umumnya *whipped cream* memiliki kandungan lemak berkisar 33 % (Koswara, 2009). *Whipped cream* yang digunakan dalam percobaan ini adalah *whipped cream* bubuk “Haan” yang memiliki kandungan lemak total 2 %, protein 1 %, karbohidrat total 18 % dan gula 40% setiap 20 g

2. Padatan susu tanpa lemak

Penggunaan padatan susu tanpa lemak bertujuan meningkatkan kekentalan es krim dengan meningkatkan total padatan, serta

meningkatkan nilai nutrisi es krim. Contohnya adalah protein yang menstabilkan emulsi lemak, membantu proses pembuihan, meningkatkan dan menstabilkan daya ikat air untuk membentuk tekstur es krim yang lembut. Umumnya, padatan susu tanpa lemak berkisar 9-12 % dari total adonan es krim. Sumber padatan susu tanpa lemak yang sering digunakan susu skim dan susu kental manis (Harris, 2011). Susu skim memiliki kandungan lemak 0 % dan protein 36 %, sedangkan susu kental manis mengandung 7 % lemak dan 1 % protein

3. Bahan pemanis

Gula pasir (sukrosa) merupakan salah satu pemanis yang sering digunakan untuk membuat es krim. Gula berfungsi memberikan cita rasa manis dan menurunkan titik beku es krim supaya kristal es yang terbentuk tidak kasar dan tajam. Gula akan mengikat air sehingga terjadi peningkatan berat molekul. Hal ini mengakibatkan diperlukan energi lebih untuk merubah fase air menjadi padat, sehingga terjadi penurunan titik beku. Penggunaan gula dalam adonan es krim umumnya adalah 12-16 % (Harris, 2011).

4. Bahan penstabil

Penggunaan bahan penstabil dalam pembuatan es krim bertujuan untuk mencegah kristalisasi selama penyimpanan. Penstabil bekerja dengan cara mengikat air dan mengurangi sebanyak mungkin perubahan fase dari es menjadi air dan sebaliknya. Hal ini dapat membatasi pembentukan kristal es selama penyimpanan sehingga tekstur es krim

yang dihasilkan lembut dan tidak mudah meleleh (Wong dkk., 1998). Bahan-bahan yang sering digunakan sebagai penstabil adalah *Carboxyl Mehtyl Cellulose* (CMC), agar, karagenan dan gum arab adalah penstabil yang sering ditambahkan untuk membuat es krim. Penggunaan penstabil dalam adonan es krim berkisar 0-0,5 % (Harris, 2011).

5. Bahan pengemulsi (*emulsifier*)

Bahan pengemulsi merupakan zat yang cenderung berada di bagian interfase antara lemak dan air. Kecenderungan ini diperoleh dengan mengurangi tegangan permukaan dari bahan pengemulsi itu sendiri. Keadaan ini mengakibatkan lemak dan air dalam adonan es krim tidak terpisah dan pembentukan kristal es baru tidak terjadi (Frandsen dan Arbuckle, 1961).

Penggunaan pengemulsi berfungsi memperbaiki struktur lemak dan distribusi udara dalam adonan es krim, sehingga tercipta tekstur yang lembut dan tidak mudah meleleh. Penggunaan pengemulsi dalam adonan es krim berkisar 0-0,25 % (Harris, 2011). Penelitian ini menggunakan santan sebagai pengemulsi.

Santan memiliki kandungan fosfolipid sebanyak 0,27 g per 100 g daging kelapa. Santan yang digunakan dalam penelitian ini adalah santan kelapa Kara yang mengandung 14 % lemak dan 1 % protein. Selain itu, penggunaan santan juga berfungsi sebagai sumber lemak dan dapat menciptakan tekstur es krim yang lembut (Balasubramaniam dan Sitohang, 1979).

Menurut Desrosier (1977), proses pembuatan es krim terdiri dari 5 tahap. Tahapan pembuatan es krim terdiri dari tahap pencampuran, pasteurisasi, homogenisasi, *aging*, dan pembekuan. Tahap pencampuran merupakan tahap awal. Bahan-bahan es krim dicampur menjadi satu. Pencampuran bahan pembuat es krim dilakukan agar bahan tercampur merata sebelum suhu pasteurisasi tercapai. Proses pencampuran dapat dilakukan dengan sendok ukuran besar atau dengan *mixer* di dalam wadah untuk pasteurisasi.

Tahap kedua dalam pembuatan es krim adalah pasteurisasi. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 70 °C selama 30 menit atau bertujuan menurunkan jumlah mikroorganisme patogen termolabil dan menghidrasi protein dan penstabil. Selama proses pasteurisasi, adonan es krim harus diaduk supaya distribusi panas di dalam adonan es krim homogen.

Tahap ketiga dalam proses pembuatan es krim adalah homogenisasi. Homogenisasi dilakukan bertujuan memecah ukuran globula lemak supaya lemak terdistribusi merata dalam adonan es krim dan menciptakan tekstur yang mengembang dan homogen. Homogenisasi pada umumnya dilakukan dengan alat pengocok seperti *mixer*.

Tahap keempat dalam proses pembuatan es krim adalah pematangan atau *aging*. *Aging* merupakan proses penyimpanan adonan es krim selama 4-24 jam pada suhu di bawah 5 °C. Proses ini memberikan waktu bagi lemak untuk mengkristal dan menghidrasi protein dan polisakarida sepenuhnya.

Tahap terakhir dalam pembuatan es krim adalah pembekuan. Pembekuan yang cepat perlu disertai pengadukan untuk memasukkan udara ke dalam adonan es krim dan membentuk struktur khas es krim sehingga adonan es krim mengembang dan dihasilkan *overrun*. Proses pengadukan adonan es krim dalam percobaan ini dilakukan dengan menggunakan *ice cream maker* Fomec BQ105 dengan kecepatan perputaran 40 rpm dengan suhu 4 °C

Ice cream maker merupakan alat yang digunakan untuk membuat es krim yang disertai dengan pengaduk yang bergerak secara perlahan dan konstan pada suhu 4 °C. Pengadukan ini berfungsi untuk mencegah adonan diam yang memberi kemungkinan molekul air yang berdekatan dapat bersatu dan membentuk kristal es yang kasar dan tajam. Pengadukan berulang mengakibatkan seluruh adonan es krim membeku secara homogen karena bersentuhan berulang dengan dinding *ice cream maker* yang dingin (Marshall dkk., 2003).

Suatu es krim dikatakan baik dan layak dikonsumsi apabila memenuhi syarat mutu yang telah ditentukan. Syarat mutu es krim yang baik telah diatur oleh Badan Standarisasi Nasional mencakup syarat mutu dari segi fisik, kimia dan mikrobiologis. Syarat mutu es krim tertuang dalam SNI 01-3713-1995 dapat diamati pada Tabel 6.

Mutu dan kualitas es krim juga dapat diamati secara fisik, diantaranya tekstur, kecepatan leleh dan *overrun*. Tekstur es krim yang terbentuk ditentukan oleh banyaknya jumlah udara yang masuk ketika proses

pengadukan. Pengaduk yang berputar menyebabkan udara dapat masuk ke dalam adonan es krim dan mata pisau pengaduk mengikis kristal-kristal es yang terbentuk di dinding dalam *ice cream maker*. Proses pendinginan selama pengadukan oleh *ice cream maker* akan membekukan air menjadi padatan es sehingga viskositas es krim meningkat. Melalui dua proses ini, maka akan membentuk volume dan *overrun* pada es krim (Marshall dkk., 2003).

Tabel 6. Syarat Mutu Es Krim (SNI 01-3713-1995)

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	1.1 Penampakan	-	Normal
	1.2 Bau	-	Normal
	1.3 Rasa	-	Normal
2	Lemak	% b/b	Minimum 5,0
3	Gula dihitung sebagai sukrosa	% b/b	Minimum 8,0
4	Protein	% b/b	Minimum 2,7
5	Jumlah padatan	% b/b	Minimum 3,4
6	Bahan tambahan makanan		
	6.1 Pewarna tambahan	Sesuai SNI 01-0222-1995	
	6.2 Pemanis buatan	-	Negatif
	6.3 Pemanip dan Pengemulsi	Sesuai SNI 01-0222-1995	
7	<i>Overrun</i>	Skala industri : 70 % - 80 %	
		Skala rumah tangga : 30 % - 50 %	
8	Cemaran Logam : Timbal (Pb) Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 1.0 Maksimal 20.0
9	Cemaran Arsen	mg/kg	Maksimal 0.5
10	Cemaran Mikrobia : Angka Lempeng Total <i>Coliform</i> <i>Salmonella</i> <i>Listeria spp.</i>	Koloni/g APM/g Koloni/25g Koloni/25g	Maksimal 10^5 < 3 Negatif Negatif

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 1995

Pada kondisi suhu ruang, es krim membutuhkan waktu untuk meleleh secara sempurna yang disebut dengan kecepatan meleleh (Oksilia dkk., 2012). Kecepatan meleleh es krim juga menjadi salah satu parameter penentu

kualitas es krim. Menurut Nur (2012), es krim yang baik tidak memiliki kecepatan meleleh yang tinggi ketika disajikan pada suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$). Es krim yang mudah meleleh dapat disebabkan oleh rendahnya bahan padatan yang digunakan. Menurut Flores dkk., (1992) kecepatan meleleh pada es krim umumnya berkisar 10 - 15 menit.

Overrun merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan banyak atau sedikitnya udara yang masuk ke dalam adonan es krim selama proses pengadukan. Tinggi rendahnya *overrun* dipengaruhi oleh proses homogenisasi. Selain memengaruhi penangkapan udara, homogenisasi juga berfungsi mengubah partikel udara besar dipecah menjadi gelembung kecil pada saat berputarnya *dasher*. Selain itu, penggunaan gula dalam jumlah besar akan meningkatkan jumlah total padatan adonan yang mengakibatkan nilai *overrun* menurun (Handayani dkk., 2014).

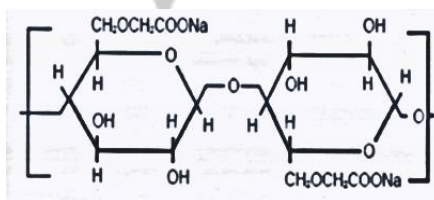
Dalam proses pembuatan, masalah yang sering ditemui adalah kualitas es krim yang rendah seperti pembentukan kristal es yang besar dan tajam, cepat meleleh, *overrun* dan viskositasnya yang rendah. Pembentukan kristal es yang besar dan tajam dapat diakibatkan oleh kurangnya komposisi lemak susu pada es krim dan proses pendinginan dan pembekuan yang berjalan dengan lambat. Hal ini dikarenakan selama pembekuan lambat, terjadi deformasi dan kerusakan dinding sel akibat pembentukan kristal es di ruang antar sel (Estiasih dan Ahmadi, 2011).

Masalah dalam pembuatan es krim dapat diminimalisir dengan menambahkan bahan pengemulsi dan bahan penstabil (*stabilizer*) ke dalam

adonan es krim. Pengemulsi memiliki peran untuk membuat adonan lebih homogen dengan meminimalisir tegangan permukaan antara fase lemak dan fase air dalam adonan es krim. Sementara itu, penggunaan bahan penstabil berfungsi menjaga stabilitas emulsi yang terbentuk. Salah satu bahan penstabil yang sering digunakan adalah Agen pengental merupakan bahan yang memiliki kemampuan mengikat air pada bahan supaya viskositas pada bahan dapat meningkat (Susriani, 2003).

Penstabil yang sering digunakan untuk membuat es krim adalah golongan polisakarida, seperti gelatin, agar-agar, karagenan, dan CMC. CMC mudah diperoleh dan murah, sehingga sering digunakan sebagai *stabilizer* dalam pembuatan es krim. CMC memiliki sifat larut dalam air. Setiap unit anhidroglukosa memiliki 3 gugus hidroksil dan beberapa atom hidrogen dari gugus hidroksil yang tersubstitusi oleh karboksimetil (Kamal, 2010).

CMC adalah salah satu bahan tambahan pangan yang sering digunakan sebagai penstabil dalam proses pengolahan makanan. CMC bekerja dengan cara memantapkan sistem dispersi dalam bahan, yakni dengan menyerap air pada bahan sehingga tercipta struktur yang kompak. Selain itu, CMC juga mampu meningkatkan viskositas bahan dengan menambah berat molekul pada bahan (Kamal, 2010). Struktur dari CMC dapat diamati pada Gambar 10.



Gambar 10. Struktur *Carboxyl Methyl Cellulose* (Sumber : Kamal, 2010)

F. Pelarut dan Metode Ekstraksi Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Ekstraksi adalah cara memisahkan suatu bahan dengan menggunakan pelarut supaya senyawa aktif dapat larut dan terpisah dari bahan yang tidak dapat larut. Proses ekstraksi diawali pengeringan bahan yang dihaluskan, kemudian dilakukan pemrosesan dengan suatu pelarut. Stabilitas dan kelarutan bahan di dalam tanaman akan menentukan metode dan jenis pelarut yang akan digunakan untuk proses ekstraksi (Voigt, 1995).

Heba dkk. (2014) melakukan penelitian perbandingan kapasitas antioksidan pada bunga rosella kering dengan pelarut air, metanol, etil asetat dan heksan dengan dan tanpa penambahan asam format yang dipanaskan pada suhu 25 °C, 50 °C dan titik didih dari setiap pelarut selama 10 menit. Perlakuan terbaik adalah ekstraksi dengan pelarut air, dengan atau tanpa penambahan asam format pada suhu titik didih air yakni 100 °C selama 10 menit yang ditunjukkan melalui hasil analisis total fenolik, kemampuan penangkapan radikal 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) dan total monomerik antosianin tertinggi diantara perlakuan lainnya, dengan konsentrasi tertinggi antosianin spesifik adalah sianidin 3-sambubiosida dan delphinidin 3-sambubiosida.

Persen inhibisi DPPH pada perlakuan ekstraksi pelarut air dengan dan tanpa asam format pada suhu 25 °C adalah berkisar 20 %, sedangkan pada suhu 100 °C berkisar 70 %. Sementara itu, pada perlakuan pelarut metanol, etil asetat, dan heksan pada suhu 25 °C berkisar antara 0 hingga -20 % dan pada suhu titik didih masing-masing pelarut adalah berkisar 0-30 %.

Konsentrasi antosianin jenis sianidin 3-sambubiosida dan delphinidin 3-sambubiosida pada perlakuan ekstraksi dengan suhu ekstraksi titik didih pelarut dengan pelarut air tanpa penambahan asam format berturut-turut lebih tinggi daripada menggunakan pelarut dengan penambahan asam format, yakni $3,81 \pm 1,21$ mg/g dan $4,11 \pm 1,47$ mg/g berbanding $2,98 \pm 0,21$ mg/g dan $3,68 \pm 0,34$ mg/g. Sementara itu, konsentrasi antosianin jenis sianidin 3-sambubiosida dan delphinidin 3-sambubiosida pada perlakuan ekstraksi menggunakan titik didih pelarut dengan pelarut metanol dengan penambahan asam format berturut-turut lebih daripada pelarut metanol tanpa penambahan asam format yakni $2,1 \pm 0,02$ mg/g dan $2,41 \pm 0,09$ mg/g berbanding $1,96 \pm 0,03$ mg/g dan $2,26 \pm 0,07$ mg/g. Percobaan ini membuktikan bahwa antosianin tahan terhadap pemanasan selama dikondisikan dalam keadaan asam (Heba dkk., 2014).

Ekstraksi pada umumnya dilakukan dengan pelarut yang polar seperti etanol, metanol dan aquades. Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi infusi dengan pelarut aquades. Infusi merupakan metode ekstraksi dengan merendam bahan di dalam air dalam waktu tertentu, dan suhu air (panas atau dingin) yang digunakan bergantung pada bahan dan zat yang akan diekstrak. Bunga rosella kering dihaluskan menggunakan *blender* dan diayak dengan saringan untuk memperluas kontak permukaan bahan supaya proses ekstraksi dapat berjalan lebih efisien, lalu ditambahkan dengan pelarut (aquades) bersuhu 100 °C (Harada dan Ichiyo, 2005 ; Mandal dkk., 2015).

Ekstraksi senyawa antioksidan dapat dioptimalkan dengan penambahan HCl pekat 1 %. Penambahan HCl pekat bertujuan untuk menghidrolisis senyawa antioksidan (flavonoid) menjadi aglikonnya, yaitu dengan menghidrolisis O-glikosil. Glikosil akan digantikan oleh ion H^+ dari asam, karena sifatnya yang elektrofilik. Glikosida berupa gula yang biasa dijumpai adalah glukosa, galaktosa dan ramnosa (Voigt, 1995).

G. Hipotesis

1. Kombinasi antara ekstrak bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L) dan gel Lidah Buaya (*Aloe babardensis* Miller) memberikan pengaruh terhadap kualitas (sifat fisik, kimia, mikrobiologis dan organoleptik) dan aktivitas antioksidan pada es krim.
2. Kombinasi ekstrak bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L) dan gel Lidah Buaya (*Aloe babardenisis* Miller) yang menghasilkan kualitas (sifat fisik, kimia, mikrobiologis dan organoleptik) dan aktivitas antioksidan terbaik pada es krim adalah 26 : 4.