

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Kanker

1. Definisi Kanker

Kata kanker berasal dari kata Yunani, *karkinos*, yang berarti udang-karang dan merupakan istilah umum untuk ratusan tumor ganas yang masing-masing sangat berbeda satu sama lain. (Jong, 2005). Kanker adalah suatu kondisi dimana sel telah kehilangan pengendalian dan mekanismenya normalnya, sehingga mengalami pertumbuhan yang tidak normal, cepat dan tidak terkendali. Sel-sel kanker akan terus membelah diri dan bisa terjadi dari berbagai jaringan dalam organ, seperti sel kulit, sel hati, sel darah, sel otak, sel lambung, sel usus, sel paru, sel saluran kemih, dan berbagai sel tubuh lainnya. Sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangbiakannya, sel-sel kanker membentuk suatu massa dari jaringan ganas yang menyusup ke jaringan di dekatnya (invasif) dan bisa menyebar (*metastasis*) ke seluruh tubuh. (Diananda, 2007)

Kanker payudara adalah penyakit yang ditandai dengan pertumbuhan berlebihan atau perkembangan tidak terkontrol dari sel-sel atau jaringan payudara. Kanker ini adalah penyakit yang berada di urutan kelima dari jenis-jenis kanker yang menyebabkan kematian, setelah kanker paru-paru, kanker rahim, kanker hati, dan kanker usus. (Maharani, 2009).

Jadi kanker payudara pada prinsipnya adalah tumor ganas dari salah satu kelenjar kulit di sebelah luar rongga dada. Kelenjar limfe ketiak membentuk sistem pengaliran limfe bagi kedua kuadran atas tubuh. Jumlah kelenjar limfe ini bervariasi, meluasnya dari sisi luar atas kelenjar payudara sampai di bawah dan belakang tulang selangka. Disini berhubungan dengan kelenjar limfe leher terbawah selain berhubungan dengan sistem pembuluh balik, jalan bagi hematogen berjarak. Apabila pengaliran keluar limfe tertutup oleh diseksi kelenjar limfe, pertumbuhan masuk dari kanker, penyinaran atau kombinasi dan terjadi edema limfe yang ditakuti dari lengan dan tangan. Pada penyebaran kanker secara limfogen, kelenjar satu per satu terkena.

2. Faktor-faktor penyebab kanker payudara

Menurut Maharani, 2009 Kanker payudara tergolong kanker yang paling umum menyerang perempuan, meskipun tidak menutup kemungkinan untuk menyerang laki-laki. Sampai sekarang, penyebab kanker payudara belum diketahui secara pasti, tapi beberapa faktor kemungkinan penyebab adalah :

a. Usia

Kanker payudara meningkat pada usia remaja ke atas

b. Genetis

Dua jenis Gen yang sangat mungkin menjadi risiko kanker payudara adalah BRCA1 dan BRCA2. Jika seorang perempuan mengidap kanker payudara, maka ia kemungkinan memiliki risiko kanker payudara dua kali lipat dibandingkan perempuan lain yang riwayat keluarga tidak memiliki kanker payudara.

c. Pemakaian obat-obatan. Misalnya, seorang perempuan yang menggunakan terapi obat hormon pengganti, seperti hormon eksogen, akan berisiko lebih besar mendapat serangan kanker payudara.

d. Faktor-faktor lain

Faktor lain, misalnya tidak menikah, menikah tapi tidak mempunyai anak, melahirkan anak pertama sesudah usia 35 tahun, tidak pernah menyusui anak, stres, dan perempuan yang mengalami menstruasi di bawah usia 11 tahun.

3. Penanganan dan Pengobatan Kanker Payudara menurut Maharani (2009)

a. Menghilangkan radikal bebas

Radikal bebas adalah kimia bermuatan listrik yang dapat menyerang dan merusak protein serta DNA sehingga bisa mengubah informasi genetis. Jika kerusakan terjadi pada segmen-segmen DNA dari suatu sel yang mengontrol pertumbuhan dan pembelahan sel, maka kanker dapat berkembang dari sel, maka kanker dapat berkembang dari sel yang ada.

Radikal bebas bisa terbentuk oleh aktivitas metabolisme yang normal di dalam tubuh. Sel-sel di dalam tubuh secara kimiawi

mengubah nutrisi (gula, lemak, dan protein) menjadi unsur-unsur yang dapat digunakan sebagai energi oleh berbagai otot, otak, dan organ-organ lainnya.

Radikal bebas juga terjadi ketika sel-sel diekspos pada radiasi. Tubuh diekspos secara reguler pada tingkat-tingkat radiasi yang rendah di dalam atmosfer. Tubuh juga menerima radiasi yang rendah di dalam atmosfer. Secara teoritis, tingkat-tingkat radiasi rendah ini dapat menjurus pada pembentukan radikal bebas.

Bagaimana pun, beban yang berlebihan dari radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan pada sistem yang menghancurkan radikal bebas, juga kerusakan pada sistem-sistem perbaikan DNA. Kerusakan ataupun melemahnya sistem imun dapat mendorong berkembangnya kanker. Namun, tubuh yang sehat bisa menghancurkan radikal bebas, juga mencegah perubahan sel-sel dengan DNA yang rusak menjadi kanker.

b. Perencanaan Diet Dengan Antioksidan

Antioksidan adalah kimia yang mencegah suatu tipe reaksi kimia yang disebut oksidasi. Antioksidan yang terjadi secara alami antara lain, beta karoten, vitamin E, dan vitamin C. Buah-buahan dan sayuran juga merupakan sumber yang kaya antoksidan. Peningkatan kadar antioksidan dalam tubuh bisa dilakukan dengan berbagai cara. Pertama, mengurangi konsumsi lemak dan daging yang dimasak terlalu lama. Kedua, mengonsumsi asam-asam lemak Omega 3 yang bisa menjadi pelindung tubuh dari pembentukan dan aktivitas dari produk-produk lemak yang berbahaya. Ketiga, diet untuk mengurangi resiko kanker payudara yaitu dengan banyak mengonsumsi sayuran dan buah-buahan, diet rendah lemak, asupan antioksidan, seperti vitamin E dan vitamin C.

c. Olahraga

Perempuan yang berolahraga dengan teratur akan memiliki risiko kanker yang lebih rendah dibandingkan perempuan yang tidak melakukan olahraga.

d. Operasi

Salah satu teknik operasi kanker payudara adalah *Preventive* atau *Prophylactic Mastectomy*, yaitu pengangkatan satu atau kedua

payudara yang mempunyai risiko moderat sampai tinggi terpapar kanker payudara. Teknik ini bisa mengurangi hingga 90 persen dari kemungkinan perempuan mengembangkan kanker payudara.

B. Es krim

1. Komponen Umum Es Krim

Es krim merupakan makanan padat dan beku dengan tekstur yang lembut dan memiliki nilai gizi yang tinggi serta digemari oleh masyarakat. Es krim pertama kali ditemukan pada abad ke-4 oleh bangsa Romawi ketika mendapatkan perintah dari pangeran Nero untuk membuat suatu makanan segar yang terbuat dari salju pegunungan yang dicampur dengan madu dan sari buah. Di Indonesia pada tahun 1930 orang-orang baru mengenal produk es krim, namun pada saat itu es krim merupakan konsumsi golongan atas dan hanya orang kaya yang dapat menikmatinya. Seiring dengan perkembangan zaman sekarang es krim dapat dinikmati oleh seluruh lapisan dan golongan masyarakat di Indonesia. Setiap tahunnya produk es krim meningkat dengan banyaknya konsumsi es krim di Indonesia (Syahputra, 2008)

Es krim dapat didefinisikan sebagai makanan beku yang dibuat dari produk susu (*dairy*) dan dikombinasikan dengan pemberi rasa (*flavor*) dan pemanis (*sweetener*). Es krim merupakan makanan penutup dingin (*frozen dessert*) yang memiliki tekstur semipadat dan memiliki nilai gizi tinggi (Astawan, 2011). Es krim biasa dikonsumsi sebagai makanan selingan (*desert*) dan dikelompokkan dalam makanan camilan (*snack*). Prinsip pembuatan es krim adalah membentuk rongga udara pada campuran bahan es krim atau *Ice Cream Mix* (ICM) sehingga diperoleh pengembangan volume yang membuat es krim menjadi lebih ringan, tidak terlalu padat, dan mempunyai tekstur yang lembut (Padaga *et al.*, 2005)

Tabel 1 . Syarat Mutu Es Krim (BSN - SNI 01-3713-1995)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	1. Penampakan	-	Normal
	2. Bau	-	Normal
	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 Pemantap dan Pengemulsi	Sesuai SNI 01-0222-1995	
7.	<i>Overrun</i>	Skala industri : 70 % – 80 % % Skala rumah tangga : 30 % – 50 %	

Nilai gizi es krim sangat tergantung pada nilai gizi bahan baku yang digunakan, untuk membuat es krim yang memiliki kualitas tinggi bahan bakunya perlu diketahui dengan pasti, dengan menggunakan susu sebagai bahan utama pembuatan es krim, maka es krim memiliki sumbangan terbesar nilai gizinya. Dibalik kelembutan dan rasa manisnya, es krim terbukti memiliki beberapa fakta gizi yang tidak terduga, keunggulan es krim yang didukung oleh bahan utamanya yaitu susu tanpa lemak dan lemak susu maka es krim hampir sempurna dengan kandungan gizi yang lengkap (Fitrahadini, 2010)

Banyak tersedia bahan es krim yang mudah dalam pembuatannya, yaitu es krim instan, dengan adanya es krim yang mudah dan praktis konsumsi es krim di Indonesia mulai meningkat secara sering dengan adanya es krim instan yang pemuatannya tidak memerlukan ahli khusus dan dapat dibuat di rumah (Anonim, 2009). Pembuatan es krim menggunakan bahan tambahan yaitu bahan pengembang dan bahan penstabil. Untuk bahan pengembang dapat digunakan baking powder (natrium bikarbonat) yang merupakan bahan pengembang dan dipakai untuk meningkatkan volume dan memperingan tekstur bahan makanan antara lain es krim. Fungsi lain bahan pengembang jika ditambahkan dengan adonan es krim karena natrium bikarbonat bereaksi dengan asam juga digunakan sebagai obat untuk menetralkan asam lambung berlebihan.

Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan es krim adalah gula yang berfungsi sebagai pemanis dan menentukan tekstur es krim. Telur merupakan pengental dan *stabilizer* alami dalam pembuatan es krim. (Anonymous, 2009)

Bahan penstabil (*stabilizer*) merupakan bahan aditif yang ditambahkan dalam jumlah kecil untuk mempertahankan emulsi sekaligus memperbaiki kelembutan produk es krim, mencegah pembentukan kristal es yang besar pada es krim, memberikan keseragaman produk, memberikan ketahanan agar tidak meleleh atau mencair dan memperbaiki sifat produk. Es krim yang diperoleh dengan penambahan bahan penstabil menjadi menjadi lebih halus dan lembut. Tekstur lembut es krim juga dapat diperoleh melalui proses pembekuan cepat yang akan menghasilkan kristal es berukuran kecil dan halus serta tekstur es krim lembut (Douglas, 2000)

Jenis-jenis es krim antara lain:

a. Ice cream base (Es Krim)

Ice cream base merupakan es krim berbahan dasar susu dan fresh cream, yang ditambah telur sebagai bahan penstabil.

b. Modern ice cream (Es krim modern)

Modern ice cream merupakan es krim yang menggunakan emulsifier untuk menggantikan telur sebagai penstabil. Emulsifier ini dibuat dari bahan alami yang diproses khusus bubuk. Tingkat kestabilannya lebih baik daripada menggunakan telur.

c. Soft ice cream

Soft ice cream merupakan es krim yang dibuat menggunakan mesin khusus yang berbeda dengan mesin es krim biasa. Dengan mesin khusus ini, udara yang terkandung didalam es krim akan digandakan sehingga hasilnya lebih lembut dan volumenya menjadi lebih besar. Selain itu, kandungan lemaknya menjadi tidak terlalu tinggi.

d. Gelato

Gelato berasal dari kata “gelare” yang artinya beku. Es krim ini berasal dari Italia yang terbuat dari susu, gula, telur, dan perasa makanan. Adonan gelato lebih kental daripada adonan es krim yang berasal dari kandungan kuning telur atau putih telur

e. Sorbet

Sorbet lebih ringan dan segar dibandingkan dengan es krim biasa karena terbuat dari jus buah yang ditambah pemanis. Adonan sorbet tidak perlu dimasak agar kesegaran dan rasa buahnya tetap terjaga. Sorbet tidak mengandung susu, krim, dan kuning telur sehingga kandungan kalornya rendah. Namun karena tidak mengandung lemak, adonan sorbet sebaiknya juga ditambah stabilizer dan emulsifier agar teksturnya lebih baik. Menurut International Dairy Foods Association, kandungan lemak yang terdapat pada es krim jenis sorbet yaitu sebanyak 1% - 2%.

f. Sherbet

Sherbet hampir sama dengan sorbet, hanya adonannya ditambah dengan lemak.

g. Frozen yoghurt

Frozen yoghurt merupakan hidangan penutup yang terbuat dari yoghurt yang ditambah dengan perasa makanan dan stabilizer es krim. Kandungan lemaknya rendah atau bahkan tidak ada sama sekali

C. Takokak

Takokak (Sunda), *poka*, *terongan*, *cepoka*, *cong belut*, *cokowana* (Jawa), *rimbang* (Sumatra Utara). Tanaman ini termasuk semak kecil yang tingginya dapat mencapai 5 meter. Hampir semua bagian tumbuhan ini berduri, kecuali hanya buah yang ditutupi rambut. Daunnya bulat telur dan bunganya berbentuk bintang berwarna putih berbentuk bintang berwarna putih yang ditengahnya kuning. (Hidayat *et al.*, 2015). Buah takokak mentah mengandung klorogenin, sisalagenone, torvogenin, vitamin A, dan vitamin C. Sementara buah kering mengandung solasonin 0,1%. Daun mengandung neo-klorogenin dan panikolugenin (Hermani, 2006).

Telah dilakukan berbagai uji klinis dan farmakologis didapatkan takokak memiliki berbagai kandungan senyawa kimia. Sejumlah temuan menunjukkan beberapa senyawa kimianya telah terbukti memiliki aktivitas biologis yang berguna bagi kesehatan tubuh terutama kandungan: saponin, flavonoid, vitamin B , Vitamin C, garam besi dan steroid alkaloid. Ekstrak dari tanaman ini, terutama dari daun dan buahnya memiliki aktivitas farmakologi yang bermanfaat.



Gambar 1. Buah takokak (Triasmara, W. 2014)

Buah takokak ini pun diketahui mengandung glukoalkaloid, *solasonine*, *sterolin (sitosterol-D glucoside)*, protein, lemak, dan mineral (Yuanyuan *et al.* 2009). Farmakologi Cina menyebutkan bahwa buah takokak memiliki rasa pahit, pedas, sejuk dan agak beracun. Takokak pun mampu melancarkan sirkulasi darah, menghilangkan rasa sakit (analgetik) dan menghilangkan batuk (antitusif) (Rahmat 2009). Takokak memiliki aktivitas pembersih superoksida yang tinggi yakni di atas 70%. Kandungan kimia yang terdapat pada takokak mampu bertindak sebagai antioksidan dan dapat melindungi jaringan tubuh dari efek negatif radikal bebas. Kemudian, takokak berfungsi sebagai anti radang karena memiliki senyawa *sterol carpesterol* dan juga sebagai alat kontrasepsi karena buah dan daunnya mengandung *solasodine* 0.84%, yang merupakan bahan baku hormon seks untuk kontrasepsi (Sirait 2009).

Di banyak negara sejak jaman dahulu takokak dipakai sebagai terapi alternatif untuk pengobatan demam, luka diabetes, mata rabun, gangguan reproduksi dan hipertensi. Banyak studi farmakologi yang dimuat dalam berbagai jurnal penelitian ilmiah internasional menunjukkan kemampuan tanaman ini sebagai antioksidan, antijamur, antibakteri, antiulcer, antidiabetes, antihipertensi, analgesik dan anti inflamasi. Selain itu kandungan senyawa dalam takokak juga berperan dalam aktivitas kardioprotektif (menjaga kesehatan kardiovaskular). Yang tak kalah penting takokak juga berperan sebagai imunomodulator. (Triasmara, 2014)

Tabel 2 Kandungan Zat Gizi dalam 100 gram takokak (Sirait, 2009)

Komposisi	Jumlah
Energi	34 kkal
Air	89 gram
Protein	2 gram
Lemak	0,1 gram
Karbohidrat	8 gram
Serat	10 gram
Kalsium	50 gram
Fosfor	30 gram
Ferum	2 gram
Vitamin A	750 I. V
Vitamin B1	0,08 mg
Vitamin C	80 mg

D. Brokoli (*Brassica oleracea var. italica*)

Brokoli adalah sayuran berdaun hijau tua jenis Brassica, keluarga tanaman yang meliputi kangkung, kubis, dan kembang kol. Sayuran ini berasal di Italia, di mana nama 'brokoli' berasal dari kata broccolo Italia, yang berarti 'cabang' dan pertama kali dibudidayakan di abad ke-17 atau ke-18. Brokoli adalah salah satu sayuran yang paling populer di seluruh dunia yang digunakan dalam berbagai hidangan dan masakan. Sayuran ini bisa dimakan mentah atau dimasak.

Brokoli telah lama dianggap sebagai salah satu makanan super yang dikemas dengan manfaat kesehatan yang luar biasa. Nilai gizi dari brokoli dapat dianggap sebagai pembangkit tenaga zat besi, protein, kalsium, kromium, karbohidrat, vitamin A dan vitamin C. Brokoli juga mengandung phytochemical penting dan antioksidan, yang melawan berbagai penyakit dan infeksi. Brokoli termasuk dalam sayuran yang tidak tahan udara panas dan hujan yang terus-menerus. Jika hal ini terjadi, tanaman brokoli menjadi kekuning-kuningan. Kandungan senyawa sulforafan pada brokoli yang dapat mempercepat penyembuhan dan menghambat perkembangan sel kanker. (Agromedia, 2008).



Gambar 2. Brokoli (Akmaliyah, N, 2013

Brokoli kaya akan senyawa anti kanker seperti indole, glucosinolate, dan dithiolhione. Carotenoid (yaitu senyawa provitamin A) di dalam brokoli juga berperan melawan kanker. Nilai gizi brokoli terdapat pada Tabel berikut

Tabel 3. Nilai Gizi Brokoli Dalam 100 gram Sumber (Wirakusumah, 2005)

Kandungan Gizi	Jumlah
Energi	22,0 kal
Protein	2,82 g
Lemak	0,10 g
Karbohidrat	6,64 g
Kalsium	52,00 mg
Fosfor	54, 00 mg
Serat	2,6 g
Besi	0,80 mg
Vitamin A	210,00 RE
Vitamin B1	0,09 mg
Vitamin B2	0,08 mg
Vitamin C	68,00 mg
Niacin	0,50 mg
Air	90 gram

Setangkai brokoli berukuran medium memberikan kontribusi vitamin C setara 220% AKG (Angka Kecukupan Gizi) dan vitamin A 15% AKG. Kelebihan vitamin C di dalam tubuh akan dibuang, karena menurut AKG vitamin C yang dibutuhkan tubuh sebanyak 60 mg. Tetapi ini mungkin masih belum cukup melindungi diri dari tingginya kolesterol. Suplemen vitamin C sebesar 500 mg menurut penelitian tidak memberikan efek

samping berarti bagi tubuh. Konsumsi 220 AKG masih dapat diterima oleh tubuh (Khomsan,2009).

Dalam 100 g brokoli segar mengandung antioksidan di antaranya asam folat sebanyak 20 mg, tokoferol 30 mg, beta-karoten 800 mg, vitamin C 100 g, dan senyawa flavonoid. Senyawa ini bersifat sebagai antioksidan dan dapat mencegah penyakit kanker serta jantung. Dalam 100 g brokoli segar terkandung vitamin C sebanyak 100 mg dan karoten sebanyak 800 mg. (Hernani, 2006)

Brokoli merupakan sayuran dengan kalori yang rendah, rendah lemak, dan bebas kandungan lemak jenuh, tinggi kalium dan rendah sodium, tidak mengandung kolesterol. Asam folat yang terkandung didalam brokoli apabila dilakukan proses perebusan akan menghilangkan sekitar 50 % asam folat. Pengolahan brokoli dengan cara direbus sebaiknya tidak terlalu lama maksimal sekitar 5 menit. Brokoli mengandung vitamin C dan serat makanan dalam jumlah banyak.

Brokoli juga mengandung senyawa glukorafanin, yang merupakan bentuk alami senyawa antikanker sulforafana (*sulforaphane*) dan senyawa istiosianat yang memiliki aktivitas antikanker. Brokoli juga berguna untuk mencegah kanker payudara, sehingga baik untuk wanita mengonsumsi brokoli. Indole pada brokoli meningkatkan ekskresi yang diikat pada kanker payudara. Selain kanker payudara, mengonsumsi brokoli juga dapat menurunkan risiko kanker rahim (Wirakusumah,2006).

Manfaat dari brokoli secara garis besar dapat meningkatkan daya kerja otak, mengatur tingkat gula darah, menetralkan zat penyebab kanker, menurunkan kolesterol jahat, bagi wanita hamil baik dikonsumsi karena mengandung asam folat, dan karena mengandung vitamin C juga berperan sebagai antioksidan.

E. Antioksidan

1. Definisi Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang mampu menangkal atau meredam efek negatif oksidan dalam tubuh, bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktifitas senyawa oksidan tersebut dapat dihambat. (Ramadhan, 2015)

Tubuh manusia menghasilkan senyawa antioksidan, tetapi tidak cukup kuat untuk berkompetisi dengan radikal bebas yang dihasilkan setiap harinya oleh tubuh sendiri. Kekurangan antioksidan dalam tubuh membutuhkan asupan dari luar. Secara alami, antioksidan dapat langsung dikonsumsi dari bahan asalnya tanpa melalui proses pengolahan lanjut seperti mengkonsumsi langsung berbagai jenis sayuran dan buah-buahan dalam keadaan segar. Namun, beberapa sayuran sebaiknya dimasak terlebih dahulu agar nilai gizinya lebih baik dibanding bila dikonsumsi dalam keadaan segar. Hal ini disebabkan proses pemasakan tidak akan mengubah nilai gizinya. (Hermani *et al.*, 2006)

2. Fungsi & Jenis antioksidan

Antioksidan ayau reduktor berfungsi untuk mencegah terjadinya oksidasi atau menetralkan senyawa yang telah teroksidasi, dengan cara menyumbangkan hidrogen atau elektron. Menurut Gordon (1990) antioksidan dalam tubuh dibedakan atas dua kelompok, yaitu :

- a. Antioksidan primer yang bekerja dengan cara mencegah terbentuknya radikal bebas yang baru dan mengubah radikal bebas menjadi molekul yang tidak merugikan, misalnya glutathione peroxidase.
- b. Antioksidan sekunder yang berfungsi untuk menangkap radikal bebas dan menghalangi terjadinya reaksi berantai, misalnya vitamin C, vitamin E dan beta karoten. Antioksidan sekunder ini bekerja dengan satu atau lebih mekanisme berikut :
 1. Memberikan suasana asam pada medium (sistem makanan)
 2. Meregenerasi antioksidan utama
 3. Mengkelat atau mendeaktifkan kontaminan logam prooksidan
 4. Menangkap oksigen
 5. Mengikat singlet oksigen dan mengubahnya ke bentuk triplet oksigen
- c. Antioksidan tertier yang bermanfaat untuk memperbaiki kerusakan biomolekuler yang disebabkan oleh radikal bebas misalnya DNA *repair enzyme*

3. Mekanisme kerja antioksidan

Mekanisme kerja antioksidan secara umum adalah menghambat oksidasi lemak. Untuk mempermudah pemahaman tentang mekanisme kerja antioksidan perlu dijelaskan lebih dahulu mekanisme oksidasi lemak. Oksidasi terdiri dari tiga tahap utama, yaitu :

a. Tahap inisiasi

Pada tahap inisiasi terjadi pembentukan radikal asam lemak, yaitu suatu senyawa turunan asam lemak yang bersifat tidak stabil dan sangat reaktif akibat dari hilangnya satu atom hydrogen (reaksi 1).

b. Tahap propagasi

Pada tahap ini radikal asam akan bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi (reaksi 2). Radikal peroksi akan menyerang asam lemak menghasilkan hiperoksida dan radikal asam lemak baru (Kumalaningsih, 2006).

c. Reaksi terminasi

pada tahap ini radikal bebas yang bersifat sangat reaktif akan membentuk ikatan yang stabil bila bereaksi dengan senyawa radikal lain (Silalahi, 2006). Antioksidan yang baik akan bereaksi dengan asam lemak segera setelah senyawa tersebut terbentuk dari berbagai antioksidan yang ada mekanisme kerja serta kemampuannya sebagai antioksidan sangat bervariasi. Seringkali, kombinasi beberapa jenis antioksidan memberikan perlindungan yang lebih baik (sinergisme) terhadap oksidasi dibanding dengan satu jenis antioksidan saja. Sebagai contoh dalam proses melumpuhkan radikal bebas vitamin E menjadi pelopor diikuti oleh vitamin C dan dengan bantuan senyawa glutathione, betakaroten, seng, mangan, dan selenium akan memudahkan pelumpuhan radikal bebas (Kumalaningsih, 2006)

4. Klarifikasi berdasarkan sumber antioksidan menurut Ramadhan (2015)

a. Antioksidan alami

Antioksidan alami hasil dari ekstrak bahan alami dalam makanan dapat berasal dari senyawa antioksidan yang sudah ada dari satu atau dua komponen makanan, senyawa antioksidan yang terbentuk dari reaksi-reaksi selama proses pengolahan, senyawa antioksidan

yang diisolasi dari sumber alami dan ditambahkan ke makanan sebagai bahan tambahan pangan.

b. Antioksidan sintetis

Adalah antioksidan yang diperoleh dari hasil reaksi kimia. Contoh antioksidan sintetis yang diijinkan penggunaannya untuk makanan, yaitu butil hidroksianisol (BHA), butil hidroksi toluen (BHT), propil galat, terbutil hidroksi quinon (TBHQ), dan tokoferol. Antioksidan tersebut merupakan antioksidan alami yang telah diproduksi secara sintetis untuk tujuan komersial.

5. Aktivitas Antioksidan

Ciri utama dari antioksidan adalah kemampuannya memerangkap radikal bebas. Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas (Suhartono, 2002 dalam Kuncahyo, 2007). Banyak metode untuk mengukur aktivitas antioksidan untuk melihat dan membandingkan aktivitas antioksidan dalam bahan pangan. Cara yang cepat, mudah dan tidak terlalu mahal adalah dengan menggunakan radikal bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). DPPH banyak digunakan untuk menguji kemampuan senyawa antioksidan dalam merantas radikal bebas atau donor hidrogen dan untuk menilai aktivitas antioksidan dalam bahan pangan. Metode DPPH dapat digunakan pada sampel padat maupun cair dan tidak untuk mengukur senyawa spesifik antioksidan, tetapi diaplikasikan untuk kapasitas antioksidan total, sehingga dengan mengukur kapasitas total antioksidan dapat diketahui sifat fungsional dari bahan pangan (Prakash, 2001).

Metode DPPH memberikan informasi reaktivitas senyawa yang diuji dengan suatu radikal stabil. DPPH memberikan serapan kuat gelombang 517 nm dengan warna violet gelap. Penangkal radikal bebas menyebabkan elektron menjadi berpasangan yang kemudian menyebabkan penghilangan warna sebanding dengan jumlah elektron yang diambil (Sunarni, 2005 dalam Kuncahyo, 2007)

F. Vitamin C

1. Pengertian Vitamin C

Vitamin C mempunyai efek multifungsi, tergantung pada kondisinya. Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan, proantioksidan, pengikat logam, pereduksi, dan penangkap oksigen. (Hermani *et al.*, 2006). Vitamin C merupakan antioksidan yang kuat karena dapat mendonorkan atom hidrogen dan membentuk radikal bebas askorbil yang relatif stabil. Vitamin C merupakan salah satu antioksidan non-enzimatis larut air. Telah ditunjukkan bahwa sebagai pembersih ROS (Reactive Oxygen Species), askorbat sangat efektif terhadap radikal anion superoksida, hidrogen peroksida, radikal hidroksil, dan singlet oksigen. (Jong, 2005).

2. Metabolisme Vitamin C

Vitamin C mudah diabsorbsisecara aktif dan mungkin pula secara difusi pada bagian atas usus halus lalu masuk ke peredaran darah melalui vena porta. Rata-rata absorpsi adalah 90% untuk konsumsi diantara 20 dan 120 mg sehari. Konsumsi tinggi sampai 12 gram (sebagai pil) hanya diabsorpsi sebanyak 16%. Vitamin C kemudian dibawa kesemua jaringan. Konsentrasi tertinggi adalah di dalam jaringan adrenal pituitary, dan retina (Almatsier, 2009)

Tubuh dapat menyimpan hingga 1500 mg vitamin C bila dikonsumsi mencapai 100 mg sehari. Konsumsi melebihi taraf kejenuhan di berbagai jaringan dikeluarkan melauai urin dalam bentuk asam oksalat. Walaupun tubuh mengandung sedikit vitamin C, sebagian tetap akan dikeluarkan. Vitamin C dapat mencegah dan menyembuhkan penyakit kanker, kemungkinan karena vitamin C dapat mencegah pembentukan nitrosamin yang bersifat karsinogenik. Vitamin C sebagai antioksidan juga dapat mempengaruhi pembentukan sel-sel tumor.(Almatsier, 2009)

3. Dampak Kelebihan dan Kekurangan Vitamin C

a. Akibat Kekurangan

Skorbut dalam bentuk berat sekarang jarang terjadi, karena sudah diketahui cara mencegah dan mengobati, tanda-tanda awal antara lain lelah, lemah, napas pendek, kejang otot, otot dan

persendian sakit serta kurang nafsu makan, kulit menjadi kering, kasar dan gatal, warna merah kebiruan di bawah kulit, perdarahan gusi, kedudukan gigi menjadi longgar, mulut dan mata kering serta rambut rontok. Di samping itu luka sukar sembuh, terjadi anemia, kadang-kadang jumlah sel darah putih menurun, serta depresi dan timbul gangguan syaraf (Almatsier, 2009).

b. Akibat Kelebihan

Kelebihan vitamin C berasal dari makanan tidak menimbulkan gejala. Tetapi konsumsi vitamin C berupa suplemen secara berlebihan tiap hari dapat menimbulkan hiperoksaluria dan risiko lebih tinggi terhadap batu ginjal. Dengan konsumsi 5 – 10 gram vitamin C baru sedikit asam askorbat dikeluarkan melalui urin. Risiko batu oksalat dengan suplemen vitamin C dosis tinggi dengan demikian rendah, akan tetapi hal ini dapat menjadi berarti pada seseorang yang mempunyai kecenderungan untuk pembentukan batu ginjal (Almatsier, 2009)

G. Mutu Fisik

1. Overrun

Overrun adalah jumlah peningkatan volume yang disebabkan karena masuknya udara ke dalam campuran es krim. Gelembung-gelembung udara yang terbentuk keberadaannya dapat dipertahankan karena diselubungi oleh lapisan-lapisan globula lemak dalam sistem emulsi. Tanpa adanya *overrun*, maka es krim akan berbentuk gumpalan massa yang berat dan tidak menarik untuk dimakan. *Overrun* dapat dihasilkan karena pengocokan yang dilakukan ketika proses pembekuan berlangsung. Karena pengocokan udara dapat masuk dalam campuran es krim sehingga meningkatkan volume adonan es krim. *Overrun* yang baik berkisar antara 60-100%. Es krim yang baik mempunyai *overrun* 80% dengan kadar lemak 12-14% (Widiantoko, 2011).

Overrun mencerminkan kemampuan pembuihan dan kemantapan buih yang berkaitan dengan penurunan tegangan permukaan pada sistem yang terdiri atas udara dan air, yang disebabkan absorpsi oleh molekul protein. Molekul protein yang

fleksibel seperti *beta-kasein* dapat secara cepat mengurangi tegangan permukaan sehingga memberikan daya buih yang baik sedangkan protein globular yang terutama sebagai penyusun protein nabati sulit untuk mengurangi tegangan permukaan sehingga memberikan daya buih yang rendah (Sathe, 1982).

2. Kecepatan meleleh

Tingkat meleleh dari es krim sangat mempengaruhi kualitas dari es krim itu sendiri. Es krim yang mudah meleleh ataupun yang terlalu keras tidak disukai oleh konsumen. Konsumen menginginkan es krim yang memiliki permukaan yang lembut namun tidak mudah lumer. Es krim yang berkualitas tinggi tidak cepat meleleh saat dihidangkan pada suhu kamar. Sedang cacat-cacat kecepatan meleleh dan hal-hal yang mempengaruhinya antara lain Lambat meleleh, yaitu es krim tetap dalam keadaan semula setelah diletakkan pada suhu kamar selama beberapa waktu. Keadaan ini biasanya kurang disukai konsumen karena memberikan kesan banyaknya bahan padatan yang digunakan, juga mencerminkan pengolahan adonan yang tidak memadai. Cepat meleleh, disebabkan rendahnya bahan padatan yang digunakan (Widiantoko, 2011).

H. Mutu Organoleptik

Evaluasi sensori atau organoleptik adalah ilmu pengetahuan yang menggunakan indera manusia untuk mengukur tekstur, penampakan, aroma dan rasa produk pangan. Penerimaan konsumen terhadap suatu produk diawali dengan penilaiannya terhadap penampakan rasa dan tekstur. Pendekatan dengan penilaian organoleptik dianggap paling praktis lebih murah biayanya. Pengujian sensori (uji panel) berperan penting dalam pengembangan produk dengan meminimalkan resiko dalam pengambilan keputusan. Panelis dapat mengidentifikasi sifat-sifat sensoris yang akan membantu untuk mendeskripsikan produk. Evaluasi sensoris dapat digunakan untuk menilai adanya perubahan yang dikehendaki atau tidak dikehendaki dalam produk atau bahan-bahan formulasi. (Anonim, 2013)

1. Warna

Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor di antaranya cita rasa, warna, tekstur, nilai gizi dan sifat mikrobiologisnya. Tetapi sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan, secara visual faktor warna tampilan lebih dulu dan kadang-kadang sangat menentukan. Suatu bahan yang dinilai bergizi, enak, dan teksturnya sangat baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya. Penerimaan warna pada suatu bahan makanan berbeda-beda tergantung dari faktor alam, geografis, dan aspek sosial masyarakat. Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan (Winarno, 2004)

2. Aroma

Aroma makanan sangat menentukan kelezatan makanan tersebut. Dalam hal aroma lebih banyak sangkut pautnya dengan hidung. Bau-bauan baru dapat dikenali bila berbentuk uap. Secara kimiawi sulit dijelaskan mengapa senyawa-senyawa yang menyebabkan aroma yang berbeda, karena senyawa-senyawa yang mempunyai struktur kimia dan gugus fungsional yang hampir sama kadang-kadang mempunyai aroma yang sangat berbeda. Sebaliknya senyawa yang sangat berbeda struktur kimianya, mungkin menimbulkan aroma yang sama (Winarno, 2004)

3. Rasa

Indra pengecap dapat dibagi menjadi empat pengecap utama yaitu, asin, asam, manis, dan pahit. Rasa makanan dapat dikenali dan dibedakan oleh kuncup-kuncup kecap yang terletak pada papila yaitu bagian noda merah jingga pada lidah. Agar suatu senyawa dapat dikenal rasanya, senyawa tersebut harus dapat larut dalam air liur sehingga dapat mengadakan hubungan dengan mikrovilus dan impuls yang terbentuk dikirim melalui syaraf ke pusat susunan syaraf. Manis dan asin paling banyak dideteksi oleh kuncup pada ujung lidah, kuncup pada sisi lidah paling peka asam, sedangkan kuncup di bagian pangkal lidah peka terhadap pahit (Winarno, 2004)

4. Tekstur

Tekstur merupakan sensasi tekanan yang dapat diamati dengan mulut atau perabaan dengan jari, dan konsistensi merupakan tebal, tipis, dan halus. Tekstur dan konsistensi bahan akan mempengaruhi cita rasa suatu bahan. Perubahan tekstur dan viskositas bahan dapat mengubah rasa dan bau yang timbul, karena dapat mempengaruhi kecepatan timbulnya rasa terhadap sel reseptor alfaktori dan kelenjar air liur, semakin kental suatu bahan penerimaan terhadap intensitas rasa, bau dan rasa semakin berkurang. (Ridwan, 2008)

Tekstur es krim yang baik adalah tidak keras, lembut dan tampak mengkilat. tekstur lembut es krim sangat dipengaruhi oleh komposisi es krim, cara pengolahan, dan kondisi suhu penyimpanan. Sedangkan tekstur kasar pada es krim merupakan kerusakan yang sangat serius, hal ini disebabkan oleh: Stabilisasi tidak benar, homogenisasi tidak benar, dan pembekuan lambat dengan membiarkan es krim menunggu lama sebelum dimasukkan ke freezer (Marsidik, 1994)

I. Analisis Proksimat

Analisis (analisa atau *analysis*) adalah suatu usaha pemisahan suatu materi bahan menjadi komponen-komponen penyusunnya sehingga dapat dikaji lebih lanjut. Analisis pada suatu bahan pangan bertujuan untuk mengurangi suatu kesatuan bahan menjadi unsur-unsur untuk menentukan komposisi kesatuan bahan tersebut. Kamal (1994 : 4) menyatakan bahwa disebut analisis proksimat karena hasil yang diperoleh hanya mendekati nilai sebenarnya, oleh karena itu untuk menunjukkan nilai dari sistem analisis proksimat selalu dilengkapi dengan istilah minimum atau maksimum sesuai dengan manfaat fraksi tersebut.

Dari sistem analisis proksimat dapat diketahui adanya 6 macam fraksi yaitu, kadar air, kadar abu, protein kasar, lemak kasar (ekstrak eter), serat kasar, karbohidrat (ekstrak tanpa nitrogen). Khusus untuk ekstrak tanpa nitrogen nilainya dicari hanya berdasarkan perhitungan yaitu 100% dikurangi jumlah dari kelima fraksi yang lain (Kamal, 1994 : 4).

1. Kadar Air

Air dalam suatu bahan pangan berada dalam tiga keadaan yaitu air bebas, air terikat lemah, dan air terikat kuat. Keadaan air tersebut berpengaruh dalam cara analisis kadar air. Air yang dapat diuapkan dan

dibekukan adalah air bebas dan air terikat lemah, sedangkan air terikat kuat tidak dapat diuapkan dan dibekukan (Slamet Sudarmadji dkk, 2007 : 58 - 59). Analisis kadar air dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu thermogravimetri, thermovolumetri, dan fisikokimia. Masing-masing metode memiliki kelemahan dan kelebihan sehingga setiap bahan dapat dianalisis dengan metode tertentu (Slamet Sudarmadji dkk, 2007 : 64). Analisis kadar air yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode thermogravimetri

2. Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik dari sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya (Sudarmadji S, 2007 : 150).

Analisis kadar abu pada bahan makanan bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral yang ada pada bahan yang diuji, menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan, memperkirakan kandungan bahan utama yang digunakan dalam pembuatan suatu produk, kadar abu juga digunakan sebagai parameter nilai gizi bahan makanan. Analisis kadar abu yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode pengabuan kering (Sudarmadji S, 2007 : 152)

3. Lemak

Lemak merupakan salah satu kelompok yang termasuk golongan lipida. Satu sifat yang khas dan mencirikan golongan lipida adalah daya larutnya dalam pelarut organik dan sifat ketidakterlarutannya dalam pelarut air (Sudarmadji S, 2007 : 93).

Lemak kasar adalah campuran beberapa senyawa yang larut dalam pelarut lemak (eter, petroleum eter, petroleum benzene, dan sebagainya). Oleh karena itu lemak kasar lebih tepat disebut ekstrak eter. Disebut lemak kasar karena merupakan campuran dari beberapa senyawa yang larut dalam pelarut lemak. Analisis kadar lemak pada bahan makanan bertujuan untuk menentukan kadar lemak yang terdapat dalam bahan makanan, menentukan kualitas lemak, dan untuk menentukan sifat fisis dan kimiawi yang mencirikan sifat minyak tertentu (Kamal (1994 : 8)

4. Protein

Protein merupakan senyawa organik kompleks yang terdapat pada semua jenis tanaman, binatang, dan mikroorganisme. Protein disusun oleh asam amino, yang terikat satu sama lain dan ikatan peptida (Sudarmadji S, 2007 : 121). Protein akan mengalami perubahan salah satunya karena adanya pemanasan. Proses pemanasan akan mengakibatkan protein dalam bahan makanan mengalami perubahan dan membentuk persenyawaan dengan bahan lainnya. Perlakuan pemanasan dalam bahan makanan memang perlu dilakukan untuk mempersiapkan bahan sehingga sesuai dengan selera konsumen.

Tujuan dari analisis protein dalam bahan makanan adalah untuk mengetahui jumlah protein dalam bahan makanan, menentukan tingkat kualitas protein dipandang dari sudut gizi, serta untuk mengetahui bahwa protein sebagai salah satu bahan kimia yang diteliti secara biokimia, fisiologis, rheologis, dan enzimatis (Sudarmadji S, 2007 : 140). Analisis kadar protein yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode mikro kjeldahl.

5. Karbohidrat

Karbohidrat adalah polihidroksi aldehid atau polihidroksi keton dan meliputi polimer-polimernya yang terbentuk (Sudarmadji S, 2007 : 71). Karbohidrat berfungsi sebagai sumber kalori yang murah, sumber dietary fiber yang berguna bagi pencernaan, bahan pemanis, pengental, dan penstabil (Almatsier S, 2007 : 2008). Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain yang dimakan sehari – hari. Komponen dari ekstrak tanpa nitrogen adalah selulosa, hemiselulosa, lignin, gula, fruktan, pati, pectin, asam organik, resin, tannin, pigmen dan vitamin larut air.

Ekstrak tanpa nitrogen dalam arti umum adalah sekelompok karbohidrat yang kecernaannya tinggi sedangkan dalam analisis proksimat yang dimaksud ekstrak tanpa nitrogen adalah sekelompok karbohidrat yang mudah larut dalam perebusan dengan larutan NaOH 1,25% atau 0,313 N yang berurutan masing-masing selama 30 menit. Walaupun demikian, untuk penentuan kadar ekstrak tanpa nitrogen hanya berdasarkan perhitungan Carbohydrate by difference, yaitu $100\% - (\% \text{ air} + \% \text{ abu} + \% \text{ PK} + \% \text{ LK})$ (Kamal, 1994 : 8)

J. Energi

Energi merupakan zat yang diperlukan untuk makhluk hidup untuk mempertahankan hidup, menunjang pertumbuhan, dan melakukan aktifitas fisik. Energi dapat diperoleh dari karbohidrat, protein, dan lemak dalam bahan makanan menentukan nilai energinya (Almatsier, 2009).

Dalam sistem biologik, energi terdapat dalam bentuk solar, kimia, mekanik elektrik, dan panas. Berdasarkan hukum termodinamika I, energi dapat berubah bentuk namun tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Energi kimia yang diperoleh, selanjutnya digunakan untuk melakukan pekerjaan mekanik (kontraksi otot), elektrik (kestabilan ion antar membran sel), dan kimia (sintesis molekul baru). Sedangkan proses perubahan energi dalam bentuk lain tidak seluruhnya efisien, sekitar 75% energi makanan dikeluarkan dalam bentuk panas. Bila penggunaan energi meningkat berarti, panas yang dihasilkan berlebihan untuk pemeliharaan tubuh sehingga dikeluarkan dalam bentuk keringat (Cakrawati, 2011).

Tabel 4 Kebutuhan Energi dan Zat Gizi untuk Pasien Kanker

Zat Gizi	Jumlah
Energi	1760 kkal
Karbohidrat	299 gram
Protein	55 gram
Lemak	39 gram

Sumber: Almatsier (2010)