

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Alpukat

Tanaman Alpukat (*Persea Americana* Mill) berasal dari Amerika Tengah. Tanaman alpukat masuk ke Indonesia sekitar abad ke-18. Tanaman ini tumbuh liar di hutan-hutan, namun dapat ditanam di kebun dan pekarangan yang lapisan tanahnya gembur dan subur serta tidak tergenang air. Di Indonesia, alpukat tumbuh pada ketinggian tempat antara 1 m sampai 1000 md iatas permukaan laut (Indriani *et al.*, 1997).

Buah alpukat memiliki dua jenis yaitu alpukat hijau bundar (*Porsea americana* Mill) dan alpukat hijau panjang (*Porsea gratissima* Gaertn). Alpukat hijau bundar (*Porsea americana* Mill) memiliki berat perbuah sekitar 0,3 kg. Bentuknya bulat, buah muda berwarna hijau tua, sedangkan buah tua berwarna hijau tetapi warnanya lebih muda dan agak kusam daripada buah yang muda. Kulitnya agak kasar, daging buah tebal dan berwarna kehijauan atau kuning seperti mentega, sehingga lebih dikenal sebagai alpukat mentega. Sedangkan alpukat hijau panjang (*Porsea gratissima* Gaertn) memiliki berat buah sekitar 0,38 kg. leher buah panjang, kulit buahnya berwarna hijau dan licin. Daging buahnya tebal dengan rasa lebih gurih (Widyastuti dan Paimin, 1993). Daging buah alpukat berwarna hijau di bagian bawah kulit dan menguning kearah biji. Bagian daging buah yang dapat dimakan berkisar antara 61%-76% dan mengandung lemak yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 4%-25% tergantung varietasnya.

Daging alpukat merupakan sumber serat yang penting untuk sistem pencernaan sehat sekaligus menghindarkan dari berbagai gangguan buang air besar seperti sembelit. Bagian buah alpukat yang dapat dimakan berkisar antar 61-76%. Buah alpukat tidak sekedar sebagai sumber vitamin dan mineral tetapi juga sebagai bahan pangan. Pada buah alpukat bisa dimanfaatkan sebagai bahan pengolaha pangan seperti sup buah alpukat, selai alpukat, salad alpukat, dan dibuat es buah sebagai penambah rasa es krim. Buah alpukat memiliki kandungan gizi yang tinggi, mengandung vitamin A, B, C, dan E dalam jumlah yang besar serta nutrien lain seperti folacin, niacin, besi (Fe), magnesium (Mg), folat, asam pentotenat, dan potassium (K). Vitamin C, E, dan beta karoten (prekursor vitamin A) merupakan senyawa antioksidan alami yang mampu melindungi tubuh dari serangan radikal bebas. Protein buah

alpukat juga terbukti mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh (Bergh, 1992). Kandungan buah alpukat dalam 100 gram dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi buah alpukat

Kandungan	Jumlah/100 gram
Energi	85 kalori
Protein	0.9 gram
Lemak	6,5 gram
Karbohidrat	7,7 mg
Gula	0,7 gram
Kalsium	10 mg
Fosfor	20 mg
Besi	1 SI
Vitamin	A 180 mg
Vitamin	B1 0.5 mg
Vitamin	C 13 mg

Sumber: (Anonim, 2005).

B. Lidah Buaya

Tanaman lidah buaya (*Aloe vera*) ini dapat tumbuh di iklim tropis dan subtropis yang dicirikan oleh daun seperti pisau dengan bagian tepi bergerigi tajam. Daun lidah buaya terdapat komponen utama yaitu yellow latex di bagian kulit luar dan gel pada bagian dalam (He dkk, 2005). Menurut Chank dkk, (2006), tanaman lidah buaya banyak digunakan sebagai tanaman yang diolah dibidang industri, makanan atau minuman kesehatan, kosmetik dan farmasi. Lidah buaya atau *aloe vera* mengandung senyawa flafenol seperti kaempferol, quercetin dan merycetin. Senyawa tersebut dalam senyawa polifenol yang dipercaya sebagai antioksidatif (Sultan dan Anwar, 2008). Tanaman lidah buaya banyak digunakan sebagai makanan dan minuman kesehatan, kosmetik, dan obat-obatan yang dipercaya sebagai fungsi antitumor, antidiabetes, dan pelembab (Chang dkk, 2006). Dalam 100 gram lidah buaya mengandung beberapa zat gizi, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan gizi lidah buaya

Zat Gizi	Kandungan /100 g Bahan
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: Anonim (1992)

C. Sari buah atau jus buah

Jus buah (fruit juice) adalah cairan yang jernih atau agak jernih, tidak difermentasi dan diperoleh dari pengepresan buah-buahan yang telah matang dan masih segar (Codex Alimentarius dalam Rohmah, 1999). Jus buah adalah cairan yang diperoleh dengan memeras buah baik disaring ataupun tidak yang mengalami fermentasi dan dimaksudkan untuk minuman segar yang langsung diminum. Buah yang akan dijadikan jus buah adalah buah yang matang dengan memperhatikan kualitas dan jenis buahnya karena sangat berpengaruh terhadap karakter produk yang dihasilkan. Pembuatannya secara garis besar meliputi tahap-tahap sortasi, pencucian, pengupasan, pemotongan, penghancuran, dan ekstraksi, penyaringan, pengendapan, pemanasan, pengisian ke dalam wadah, penutupan wadah, sterilisasi, pendinginan, dan penyimpanan.

Berbagai jenis buah-buahan digunakan sebagai bahan dasar dalam pengolahan produk sari buah, diantaranya ada yang diolah dari buah segar (jambu dan mangga), bubur buah (sirsak), dan ada yang dari bahan konsentrat padat (lychee, jeruk, dan apel). Cocok tidaknya suatu jenis

buah untuk diolah menjadi sari buah tergantung dari keseimbangan asam dan gula, jenis dan komponen phenolik, aroma dan jumlah vitaminnya terutama vitamin C. pH merupakan drajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tinggkat kebasahan yang dimiliki oleh suatu larutan. Nilai pH suatu bahan berhubungan dengan drkajat keasaman atau kebasahan bahan pangan tersebut. Minuman jus buah kemasan adalah minuman ringan yang dikemas dalam berbagai bentuk dengan cita rasa buah, baik yang berasal dari sari buah segar, konsentrat, maupun perasa (essens) buah dengan atau penambahan gula dan bahan makanan yang diijinkan (Standar Nasional Indonesia). Syarat mutu sari buah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Mutu Sari Buah

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	1.1 Warna	–	Normal
	1.2 Bau	–	Normal, khas buah
	1.3 Rasa	–	Normal, khas buah
2.	Ph	–	Maksimal 4
3.	Padatan terlarut	b/b,%	Minimal 10./11.0
4.	Gula (Sukrosa)	b/b%	Maksimal 5
5.	Bahan tambahan makanan		
	5.1 Pengawet	Mg/kg	Maksimal 600
	5.2 Pewarna makanan	Mg/kg	Maksimal 300
	5.3 Pemanis buatan	Gram/kg	Maksimal 3
	5.4 Asam malat	–	Secukupnya
	5.5 Asam sitrat	–	Secukupnya
6.	Cemaran logam		
	6.1 timbal (Pb)	Mg/kg	Maksimal 0.3
	6.2 Tembaga	Mg/kg	Maksimal 5.0
	6.3 seng (Zn)	Mg/kg	Maksimal 5.0
	6.4 Timah (Sn)	Mg/kg	Maksimal 40.0/250
	6.5 Besi (Fe)	Mg/kg	Maksimal 15.0
	6.6 jumlah Cu,Zn dan Fe	Mg/kg	Maksimal 15.0

7.	Cemaran arsen	Mg/kg	Maksimal 0.2
8.	Cemaran mikroba		
	ALT (30°C, 72 jam)	Koloni/ml	Maksimal 1×10^4
	Koliform	Koloni/ml	Maksimal 100
	APM <i>Eschericia coli</i>	Per ml	Maksimal <3/ml
	<i>Salmonella sp.</i>	Per 25 ml	Negatif
	<i>Stapylococcus aueus</i>	Per ml	Negatif
	Kapang dan khamir	Koloni/ml	Maksimal 1×10^2

Sumber : SNI 01-3719-1995

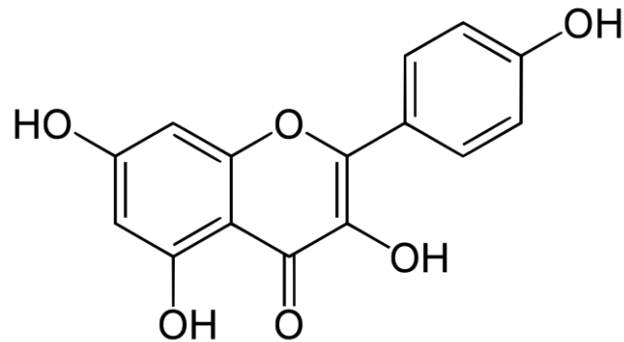
D. Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diredam (Suhartono, 2002). Berdasarkan sumber perolehannya ada 2 macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan buatan (sintetik) (Dalimartha dan Soediby, 1999). Tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih, sehingga jika terjadi paparan radikal berlebih maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen. Adanya kekhawatiran akan kemungkinan efek samping yang belum diketahui dari antioksidan sintetik menyebabkan antioksidan alami menjadi alternatif yang sangat dibutuhkan (Rohdiana, 2001; Sunarni, 2005). Antioksidan alami mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan spesies oksigen reaktif, mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif serta mampu menghambat peroksidase lipid pada makanan. Meningkatnya minat untuk mendapatkan antioksidan alami terjadi beberapa tahun terakhir ini. Antioksidan alami umumnya mempunyai gugus hidroksi dalam struktur molekulnya (Sunarni, 2005).

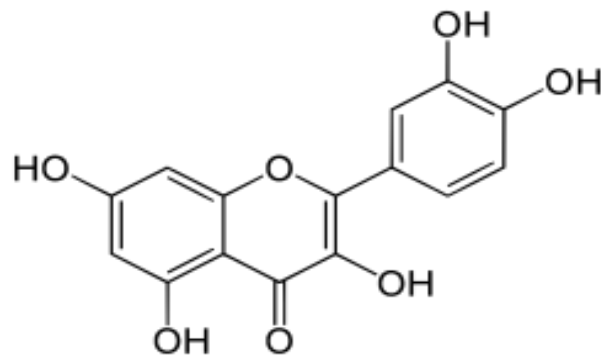
Sultana dan Anwar (2008) menyatakan bahwa daun lidah buaya mengandung senyawa kaempeferol, quercetin dan merycetin masing-masing sebanyak 257,7 mg/kg, 94,80 mg/kg dan 1283,50 mg/kg. Polifenol merupakan suatu kelompok antioksidasi yang secara alami terdapat dalam teh dan katekin termasuk salah satu antioksidasi golongan flavonol dalam teh (Daniells, 2008). Quercetin, myrecetin, dan kaempeverol merupakan flavonol utama yang

menyusun 2-3% ekstrak teh yang bias larut dalam air. Kelompok ini terutama terbentuk *glicosidic* karena bentuk-bentuk non- *glicosidic* tidak bias larut dalam air. Dalam beberapa publikasi ilmiah, dilaporkan proporsi flavonols ini dalam daun the berbeda-beda.

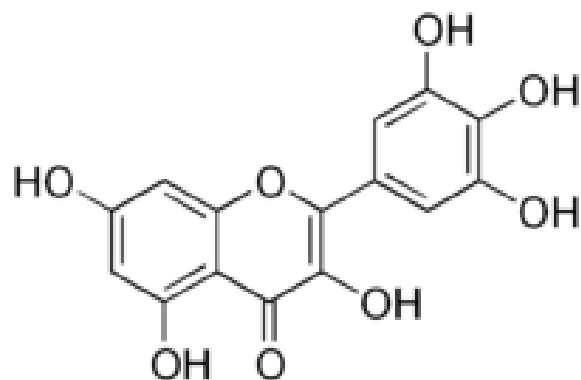
Struktur senyawa kaempferol, quercetin, myricetin dapat dilihat pada gambar 1, 2, dan gambar 3.



Gambar 1.Struktur senyawa kaempferol



Gambar 2. Struktur senyawa quercetin



Gambar 3. Struktur senyawa myricetin

Senyawa tersebut termasuk dalam kelompok polifenol yang bersifat antioksidatif. Sifat antioksidatif ditunjukkan dengan kemampuan ekstrak lidah buaya menangkap radikal bebas DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazil) (Hue dkk., 2005). Menurut Riyanto dan Wariyah (2012), ekstrak lidah buaya memiliki aktivitas antioksidasi yang cukup tinggi dengan kemampuan menangkap radikal (Radical Scavenger Activity) sebesar 35,17% dan penghambatan peroksidasi lemak 49,53%. Selain bersifat antioksidasi, daun lidah buaya juga mengandung zat gizi seperti vitamin C, E dan A serta kaya akan serat (Miranda dkk., 2009).

Antioksidan adalah zat yang dapat menghambat reaksi oksidasi pada bahan atau substansi yang mudah mengalami oksidasi (Fennema, 1985). Antioksidan yang baik akan bereaksi dengan radikal bebas segera setelah senyawa tersebut terbentuk. Mekanisme antioksidan dalam menghambat oksidasi atau menghentikan reaksi berantai pada radikal bebas dari lemak yang teroksidasi, dapat disebabkan oleh empat macam mekanisme reaksi, yaitu pelepasan hidrogen dari antioksidan, pelepasan elektron dari antioksidan, penambahan lemak ke dalam cincin aromatik pada antioksidan, dan pembentukan senyawa kompleks antara lemak dan cincin aromatik dari antioksidan (Ketaren 1986).

Antioksidan dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan fungsi dan mekanismenya, yaitu antioksidan primer, antioksidan sekunder, dan antioksidan tersier. Antioksidan primer (antioksidan pemecah rantai), yaitu antioksidan yang dapat bereaksi dengan radikal lipid lalu mengubahnya ke bentuk yang stabil. Antioksidan dapat dikatakan sebagai antioksidan primer jika dapat mendonorkan atom hidrogennya secara cepat ke radikal lipida dan turunan antioksidan disebut lebih stabil dibanding antioksidan lipid, atau mengubahnya ke bentuk yang lebih stabil. Antioksidan primer yang sangat terkenal adalah enzim superoksida dismutase (SOD) dan glutathion peroksidase (GPx). Enzim ini dapat melindungi hancurnya sel-sel dalam tubuh akibat serangan radikal bebas. Antioksidan sekunder (antioksidan pencegah) didefinisikan sebagai suatu senyawa yang dapat memperlambat laju reaksi autooksidasi lipid. Antioksidan ini bekerja dengan berbagai mekanisme, seperti mengikat ion metal, menangkap oksigen, memecah hidroperoksida ke bentuk-bentuk nonradikal, menyerap radiasi UV atau mendeaktifkan singlet oksigen. Contoh yang populer dari antioksidan sekunder ini adalah vitamin E, vitamin C, dan betakaroten. Antioksidan tersier, merupakan senyawa yang memperbaiki sel-sel dan jaringan yang rusak karena serangan radikal bebas. Biasanya yang termasuk golongan ini adalah enzim

metionin sulfoksidan reduktase yang dapat memperbaiki DNA dalam inti sel. Enzim tersebut bermanfaat untuk perbaikan DNA pada penderita kanker (Kumalaningsih, 2006).

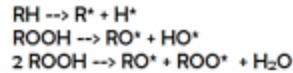
E. Autooksidasi Dan Mekanisme Antioksidasi

Autooksidasi merupakan reaksi rantai radikal. Reaksi ini terjadi akibat pembentukan radikal yang hanya mudah terjadi pada trigliserida dengan ester asam lemak yang tidak jenuh. Melalui pemecahan homolitik radikal hidrogen, identik dengan atom hidrogen, akan terjadi radikal karbon yang dengan oksigen udara akan membentuk radikal peroksida. Atom hidrogen yang teraktivasi yang mudah pecah secara homolitik terdapat pada posisi α terhadap gugus karbonil atau suatu ikatan rangkap olefin (susunan alil), pada eter di atom karbon yang mempunyai oksigen eter. Kerusakan yang terjadi pada lemak atau minyak selanjutnya akan merusak vitamin-vitamin dan senyawa-senyawa lain yang larur dalam minyak. Proses kimia yang dimungkinkan adalah oksidasi oksigen atmosfer, yang dikenal sebagai autooksidasi. Autooksidasi ini merupakan reaksi antara oksigen dengan asam lemak tidak jenuh. Kecepatan oksidasi dipengaruhi oleh suhu yang tinggi, kelembaban, sinar matahari dan peroksida (Allinger dkk, 1976).

Autooksidasi merupakan reaksi yang kompleks dan melibatkan sejumlah besar reaksi intermediet karena adanya oksigen. Kecepatan autooksidasi dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan asam lemak, adanya aktifitas produk autooksidasi dan antioksidan, tekanan parsial oksigen, dan kondisi penyimpanan (temperatur, cahaya, dan waktu). Pada umumnya mekanisme reaksi autooksidasi lemak dapat dikelompokkan menjadi tiga tahap: inisiasi, propagasi, dan terminasi.

a. Inisiasi

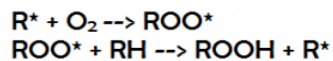
Autoksidasi diawali dengan pembentukan radikal bebas. ketika kontak dengan oksigen, suatu lemak tak jenuh mulai menjadi radikal. Reaksi inisiasi berlangsung baik oleh abstraksi radikal hidrogen dari kelompok metilen allylic dari asam lemak tak jenuh atau dengan penambahan radikal pada ikatan rangkap.



Pembentukan dari radikal lemak R* biasanya dimediasi oleh sisa logam, iradiasi cahaya atau panas. Pada reaksi kedua, lemak hidroperoksida yang ada sebelumnya di pecah menjadi radikal yang ditunjukkan pada reaksi ketiga juga. Hidroperoksida mengalami pemecahan homolitik menjadi bentuk radikal alkoksi atau mengalami bimolekular dekomposisi. Lemak hidroperoksida dibentuk oleh bervariasi jalur diantaranya dari oksigen singlet dengan lemak tak jenuh atau katalisis lipoksigenase oksidasi dari poli-asam lemak tak jenuh.

b. Propagasi

Pada tahapan propagasi, diubah menjadi radikal yang lain. Radikal bebas ini cenderung berlanjut sebagai reaksi berantai, yaitu radikal yang satu membentuk radikal yang lain. Dengan demikian, pembentukan awal suatu radikal dari reaksi kimia sebelumnya pada molekul tak terhitung karena peristiwa rantai tersebut. Sebenarnya, propagasi dari proses oksidasi radikal bebas terjadi dalam kasus lemak dengan reaksi rantai yang mengikat oksigen dan menghasilkan radikal bebas baru atau dengan pembentukan peroksida (ROOH) seperti yang ditunjukkan pada reaksi berikut ini.



Produk R* dan ROO* dapat lebih lanjut membentuk reaksi-reaksi radikal bebas baru.

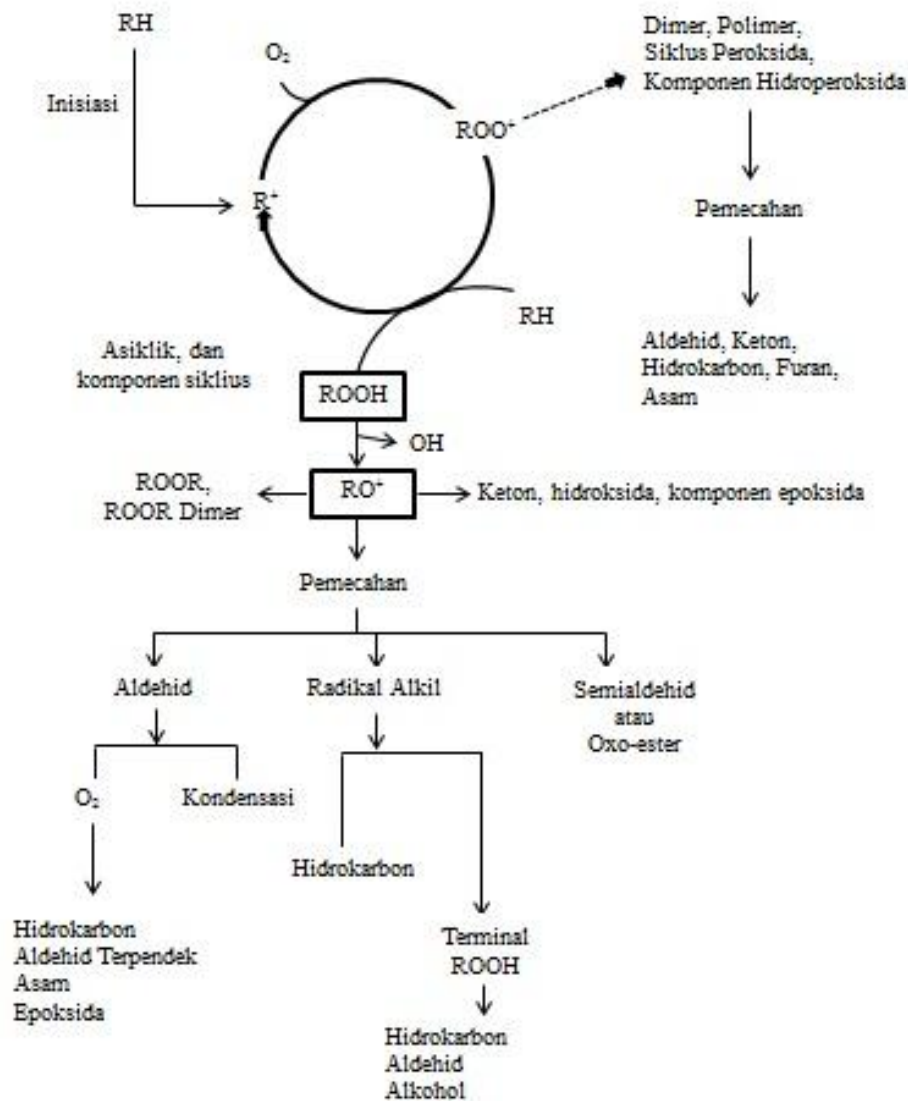
Radikal peroksida lemak (ROO*) berawal dari sebuah reaksi rantai dengan molekul lain, yang dihasilkan dari pembentukan lipid hidroperoksida dan lipid radikal bebas. Reaksi ini diulang berkali-kali sehingga menghasilkan hidroperoksida akumulasi. Reaksi propagasi terjadi secara terus menerus sepanjang rantai asam lemak yang ada. Hidroperoksida lemak bisa juga dibentuk dengan reaksi dari asam lemak tak jenuh seperti asam linoleat dengan oksigen dalam keadaan tereksitasi singlet atau secara enzimatis oleh aksi lipoksigenase. Hidroperoksida lemak merupakan produk primer dari autooksidan yaitu tidak berbau dan tidak berasa. Sistem propagasi berantai ini melibatkan reaksi bimolekuler dari radikal dengan suatu molekul. Selama suatu radikal lemak itu reaktifnya

tinggi, mereka dapat dengan mudah mengalami propagasi dengan dua mekanisme yaitu reaksi dengan molekul oksigen dalam keadaan triplet atau dengan pelepasan atom hidrogen. Molekul oksigen itu rentan sekali dalam penangkapan radikal. Reaksi oksigen-radikal ini sangat cepat karena hampir tidak memerlukan reaksi aktivasi.

c. Terminasi

Suatu radikal bebas didefinisikan sebagai sebuah molekul yang memiliki entitas sebuah elektron bebas yang tidak berpasangan. Radikal bebas memiliki muatan netral dan memiliki efek solvasi yang sangat kecil. Mereka dianggap kekurangan ikatan dan karenanya strukturnya tidak stabil. Radikal bebas cenderung bereaksi selagi mungkin untuk menjadi ikatan yang normal. Karena itulah radikal bebas reaktifnya tinggi. Ketika ada reduksi pada sejumlah lemak atau asam lemak tak jenuh, ikatan radikal satu sama lain membentuk ikatan stabil nonradikal. Dengan demikian, reaksi terminasi dapat menghambat rangkaian tahapan propagasi membentuk reaksi berantai.

Skema umum autooksidasi pada lipid dapat dilihat pada Gambar 4.

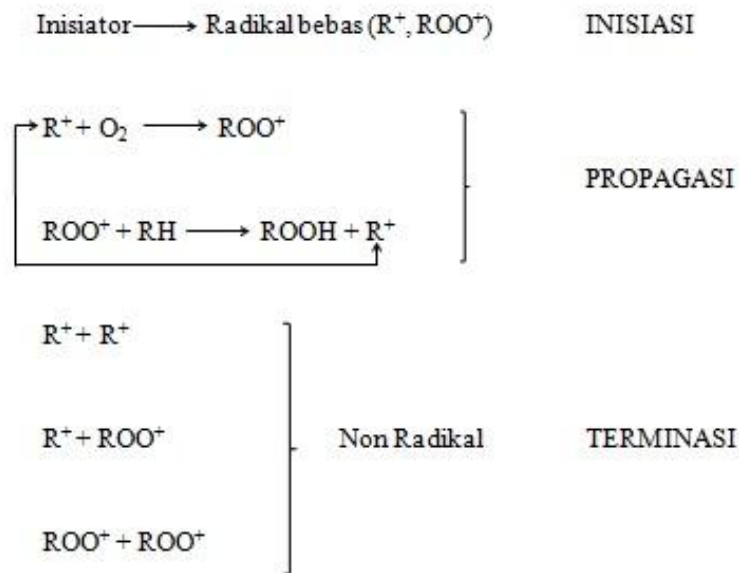


Gambar 4. Skema Umum Autooksidasi Pada Lipid (Fennema,1996)

Mekanisme kerja antioksidasi memiliki dua fungsi. Fungsi pertama merupakan fungsi utama dari antioksidasi yaitu sebagai pemberi atom hidrogen. Antioksidasi yang mempunyai fungsi utama tersebut sering disebut sebagai antioksidan primer. Senyawa ini dapat memberikan atom hidrogen ke radikal lipida (R; ROO) atau mengubah ke bentuk yang lebih stabil, sementara turunan radikal antioksidan tersebut memiliki keadaan yang lebih stabil dibanding radikal lipida. Fungsi kedua merupakan fungsi sekunder antioksidasi, yaitu memperlambat laju autooksidasi dengan berbagai mekanisme diluar mekanisme pemutusan rantai autooksidasi dengan perubahan radikal lipida ke bentuk lebih stabil. Penambahan antioksidan primer dengan

konsentrasi rendah pada lipida dapat menghambat atau mencegah reaksi autooksidasi lemak dan minyak.

Radikal-radikal antioksidasi yang terbentuk pada reaksi tersebut relative stabil dan tidak mempunyai cukup energi untuk dapat bereaksi dengan molekul lipida baru. Besar konsentrasi antioksidan yang ditambahkan dapat berpengaruh pada laju oksidasi. Pada konsentrasi tinggi aktivitas antioksidasi grup fenolik sering lenyap bahkan antioksidasi tersebut menjadi prooksidan. Pengaruh jumlah konsentrasi pada laju oksidasi tergantung pada struktur antioksidan, kondisi dan sampel yang akan diuji. Antioksidan bertindak sebagai prooksidan pada konsentrasi tinggi (Jati.2008). Minyak akan mengalami kerusakan, diantaranya karena proses oksidasi, hidrolisis, polimerisasi dan reaksi dengan logam, sehingga mengakibatkan warna menjadi gelap, kental, timbul busa, berasap serta berbau (Yustinah, 2014). Untuk skema radikal bebas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema Radikal Bebas (Fennema,1996)

F. Hipotesis

Penambahan gel lidah buaya pada konsentrasi tertentu dapat menghasilkan jus alpukat dengan aktivitas antioksidasi tinggi.