

BAB I

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Tinjauan Tentang Tanaman Alpukat

1.1.1. Klasifikasi

Klasifikasi tumbuhan alpukat *Persea americana* Mill. adalah sebagai berikut.

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Anak Kelas : Magnoliidae

Bangsa : Laurales

Suku : Lauraceae (Cronquist, 1981:xiii)

Marga : *Persea*

Jenis : *Persea americana* Mill.

Sinonim : *Persea gratissima* Gaertn. f

Nama Daerah : Sumatra: Avokat, advokat, apokat, adpokat (Melayu).

Jawa: Apuket, alpuket (Sunda); apokat, avokat (Jawa)

(DepKes RI, 1978:70).



Gambar I. 1 Buah alpukat (Syekhfani, 2013)

1.1.2. Ciri Morfologi

Pohon memiliki tinggi 3-10 m dengan ranting tegak berambut halus. Daun terletak berdekatan di ujung ranting, berbentuk bundar telur atau bentuk jorong. Daun mula-mula berambut pada kedua belah permukaannya, lama-lama menjadi licin. Panjang daun 10-20 cm, serta lebarnya 3-10 cm, panjang tangkai 1,5-5 cm. Perbungaan berupa malai terletak dekat ujung ranting dan berbunga banyak. Tenda bunga bergaris tengah 1-1,5 cm, warna putih kekuningan, berambut halus. Benang sari berjumlah 12 dalam 4 karangan, yang paling dalam tidak berfungsi dan berwarna jingga sampai coklat. Buah berbiji satu berbentuk bola dengan garis tengah 2,5-5 cm. Buah berbentuk bola lampu sampai berbentuk bulat telur (Gambar 1.1), panjang 5-20 cm, lebar 5-10 cm, tanpa sisa bunga, warnanya hijau atau kuning kehijauan, berbintik-bintik ungu atau ungu sama sekali, gundul dan berbau harum (DepKes RI, 1978:70). Buah terdiri dari perikarp dan biji. Perikarp terdapat di luar biji dan terdiri dari eksokarp, mesokarp dan endokarp (Retnasari, 2000:6).

1.1.3. Buah Alpukat

Dikenal 3 tipe pohon alpukat yaitu Alpukat Hindia Barat (West Indian), Alpukat Guetamala dan Alpukat Meksiko. Ketiga tipe tersebut dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan sifat buahnya, kadar minyak dagingnya dan aromanya. Jenis unggul yang ditanam tipe Hindia Barat dan tipe Guetamala yang termasuk jenis *Persea gratissima* Gaertn. f., sedang tipe Meksiko yang buahnya kecil digolongkan ke dalam *Persea gratissima*

Gaertn.f. var *drymifolia* Blake. Di samping ini masih terdapat beberapa tipe yang diduga merupakan hasil pembastaran yang masih nampak sifat-sifat antara kedua atau ketiga tipe tersebut (DepKes RI, 1978:70).

Sesuai dengan warna dagingnya, dikenal alpukat mentega yang dagingnya kuning seperti mentega, serta alpukat susu yang daging buahnya putih kekuningan. Umumnya konsumen lebih menyukai alpukat dengan daging buah yang tebal, halus, empuk, tidak berserat, tidak pahit tetapi gurih serta bijinya mudah dilepas dari daging buah (Retnasari, 2000:6).

Tidak seperti buah lainnya, alpukat tidak matang di pohon, tapi beberapa hari setelah buah dipetik. Hal itu terjadi karena adanya komponen dari daun yang mencegah pelunakan di pohon (Weerman dan Neeman, 1987 dalam Ozdemir dan Topuz, 2004:79). Alpukat juga termasuk salah satu buah yang proses pematangannya cepat karena matang sempurna hanya dalam waktu 5-7 hari setelah panen (Seymor dan Tacker, 1993 dalam Ozdemir dan Topuz, 2004:79). Kematangan dan waktu pemetikan buah ditandai dengan warna dan ukuran buah yang semakin besar atau banyaknya minyak yang ada di dalam daging buah tersebut (Werman dan Neeman, 1987 dalam Ozdemir dan Topuz, 2004:79).

Dalam pertumbuhan buah alpukat sebelum mencapai matang, kadar lemak akan bertambah dengan cepat tetapi pada waktu tahap matang penambahan kadar lemak menjadi sangat lambat dan akhirnya terhenti (Retnasari, 2000:10). Ketika buah matang akan terjadi perubahan

komposisi minyak. Konsentrasi asam lemak tak jenuh akan meningkat dan asam lemak jenuh akan menurun. Peningkatan kandungan minyak dalam mesokarp beberapa minggu setelah buah dikumpulkan dan dapat dikorelasikan dengan umur buah (Gaydou *et al.*, 1987 dalam Ozdemir dan Topuz, 2004:80). Seiring dengan peningkatan minyak dalam mesokarp tersebut, kadar air menurun dengan jumlah yang sama, sehingga total persentase minyak dan air tetap konstan selama masa tumbuh buah. Namun demikian, biosintesis trigliserida tidak dimulai pada awal fisiologis kehidupan buah (Salas *et al.*, 2000 dalam Ozdemir dan Topuz, 2004:80).

Metabolisme lipid dalam minyak buah alpukat akhir-akhir ini sering diulas. Prekursor terpenting untuk biosintesis asam lemak adalah *acetyl-CoA*. Diperlukan juga kloroplas *acetyl-CoA carboxylase* untuk memproduksi asam lemak dengan rantai panjang dari asetat yang ada di dalam jaringan alpukat. Produksi asam lemak di dalam buah alpukat terutama adalah C 16 dan C 18 jenuh rantai asil (Salas *et al.*, 2000 dalam Ozdemir dan Topuz, 2004:80).

Komposisi asam lemak yang ada merupakan karakteristik dari kualitas dan kemungkinan penggunaan minyak dapat langsung dimanfaatkan. Minyak alpukat kaya akan oleat, yang memiliki kandungan asam lemak jenuh rendah, dan ini membuat minyak alpukat cocok untuk dikonsumsi secara langsung, serta baik untuk diet dan dirancang untuk mengurangi penyakit kardiovaskular (Gaydou *et al.*, 1987 dalam Ozdemir dan Topuz, 2004:80).

1.1.4. Kandungan dan Khasiat Buah Alpukat

Daging buah alpukat mewakili 65-75% dari berat total buah. Kandungannya bervariasi untuk kultivar yang berbeda. Kandungannya diperkirakan per 100 gram bagian yang dapat dimakan adalah: air 65-86 gram, protein 1-4 gram (yang luar biasa tinggi untuk buah), lemak 5,8-23 gram (terutama jenuh tunggal yang berfungsi sebagai agen anti-kolesterol), karbohidrat 3,4-5,7 gram (gula hanya 1 gram), zat besi 0,8-1 g, vitamin A 75-135 IU dan vitamin B kompleks 1,5-3,2 mg. Nilai energinya adalah 600-800 kJ/100 gram. Kandungan minyak yang tinggi dalam buah membuat tekstur daging seperti mentega yaitu tidak asam atau manis. Daging kaya akan zat besi, vitamin A dan B yang mudah dicerna dan merupakan makanan padat yang sangat bergizi untuk bayi (Whiley, 1992:250).

Buah alpukat ampuh mengatasi kolesterol tinggi, hipertensi dan menurunkan resiko penyakit jantung koroner. Daging buah melembutkan, menyejukkan dan melindungi kulit (emolien) sehingga memperlambat proses penuaan, melindungi selaput lendir, kelenjar keringat, saraf otot, dan sumsum tulang sehingga selalu dalam kondisi prima (Budiana, 2013:37).

1.2. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak termasuk dalam kelompok senyawa lipid, yang pada umumnya mempunyai sifat yang sama yaitu tidak larut dalam air.

Minyak merupakan bahan cair pada suhu kamar, sedangkan lemak merupakan bahan padat pada suhu kamar, tetapi keduanya terdiri dari molekul-molekul trigliserida (Winarno, 1996:92).

Minyak adalah ester asam lemak tidak jenuh dengan gliserol (Poedjiadi dan Supriyanti, 2009:56). Minyak merupakan bahan cair, hal tersebut disebabkan karena rendahnya kandungan asam lemak jenuh dan tingginya kandungan asam lemak tak jenuh, yang memiliki satu atau lebih ikatan rangkap di antara atom-atom karbonnya sehingga mempunyai titik leleh yang rendah (Winarno, 1996; 92).

Lemak merupakan bahan padat pada suhu kamar, hal tersebut disebabkan karena kandungannya tinggi akan asam lemak jenuh yang secara kimia tidak mengandung ikatan rangkap, sehingga mempunyai titik leleh yang lebih tinggi dibanding minyak (Winarno, 1996:92). Lemak adalah suatu ester asam lemak dengan gliserol. Gliserol adalah suatu trihidroksil alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Tiap atom karbon mempunyai gugus -OH. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua atau tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida atau trigliserida. Pada lemak satu molekul gliserol mengikat tiga molekul asam lemak, oleh karena itu lemak adalah suatu trigliserida (Poedjiadi dan Supriyanti, 2009:59).

1.3. Asam Lemak

Asam lemak adalah asam organik yang terdapat sebagai ester trigliserida atau lemak, baik yang berasal dari hewan atau tumbuhan. Asam ini adalah asam karboksilat yang mempunyai rantai karbon panjang (Poedjiadi dan Supriyanti, 2009:52-53). Asam-asam lemak yang ditemukan di alam biasanya merupakan asam-asam lemak monokarboksilat dengan rantai panjang yang tidak bercabang dan mempunyai jumlah atom karbon genap (Winarno, 1996:88). Asam lemak dapat dinyatakan dengan nomenklatur pendek ditulis dengan menyatakan jumlah atom karbon, diikuti titik dua (:) dan jumlah ikatan rangkap. Selanjutnya di antara tanda kurung ditulis posisi ikatan rangkap pertama terhadap ujung metil dengan huruf n atau omega (ω) (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2012:44).

1.3.1. Penggolongan Asam Lemak

Asam-asam lemak yang terdapat di alam dikelompokkan menjadi tiga golongan, yaitu:

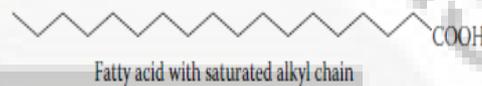
a. Berdasarkan jumlah karbon:

- 1) asam lemak rantai pendek (*Short Chain Fatty Acid/SCFA*) mempunyai 4-6 atom karbon.
- 2) asam lemak rantai menengah (*Medium Chain Fatty Acid/MCFA*) mempunyai 8-12 atom karbon.
- 3) asam lemak rantai panjang (*Long Chain Fatty Acid/LCFA*) mempunyai 14-24 atom karbon.

b. Berdasarkan tingkat kejenuhan

1) Asam Lemak Jenuh (*Saturated Fatty Acid/SFA*)

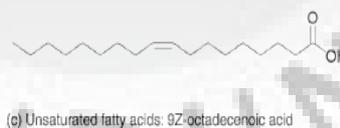
Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap pada atom karbon (Gambar I.2). Ini berarti asam lemak jenuh tidak peka terhadap oksidasi dan pembentukan radikal bebas seperti halnya asam lemak tak jenuh (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2012:53).



Gambar I.2 Struktur Asam Lemak Jenuh (Gunstone *et al.*, 2007:2)

2) Asam lemak tak jenuh (*Unsaturated Fatty Acid*)

Asam lemak tak jenuh merupakan asam lemak yang terdiri dari rantai karbon yang mengandung ikatan rangkap (Poedjiadi dan Supriyanti, 2009:53), seperti diperlihatkan pada Gambar I.3.



Gambar I. 3 Struktur Asam Lemak Tak Jenuh (Fahy *et al.*, 2005:844)

Asam lemak ini bersifat esensial yaitu tubuh manusia tidak dapat mensintesisnya sehingga untuk memenuhi kebutuhan asam lemak esensial ini perlu asupan dari luar. Asam lemak tak jenuh dibagi dua, yaitu:

a) Asam lemak tak jenuh tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid*/MUFA)

Asam lemak tak jenuh tunggal merupakan jenis asam lemak yang memiliki satu ikatan rangkap pada rantai atom karbonnya. Asam lemak ini tergolong dalam asam lemak rantai panjang (LCFA). Salah satu jenis MUFA adalah omega-9 (Oleat) yang merupakan asam lemak esensial terbanyak yang dapat ditemukan di alam (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2012:55).

b) Asam lemak tak jenuh jamak (*Poly Unsaturated Fatty Acid*/PUFA)

PUFA adalah asam lemak yang mengandung dua atau lebih ikatan rangkap, bersifat cair pada suhu kamar, bahkan tetap cair pada suhu dingin karena titik lelehnya lebih rendah dibandingkan dengan MUFA dan SFA. Contoh PUFA adalah omega-6 (asam linoleat), dan omega-3, tergolong dalam asam lemak rantai panjang (LCFA) (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2012:56).

c. Berdasarkan isomer geometrik

- 1) Asam lemak tak jenuh "Cis" (bentuk alami) jika atom-atom hidrogen pada ikatan rangkap terletak di sisi yang sama dari rantai hidrokarbon. Contohnya adalah asam oleat (cis-D9-C18:1) (Tuminah, 2009:S14).
- 2) Asam lemak tak jenuh "Trans" (bentuk tidak alami) jika atom-atom hidrogen pada ikatan rangkap terletak di sisi yang berlawanan dari

rantai karbon. Contohnya adalah Asam Elaidat (trans-D9-C18:1) (Tuminah, 2009:S14).

1.3.2. Sifat Fisika Asam Lemak

Asam lemak memiliki kelarutan yang rendah di dalam air, namun dalam bentuk garam alkali baik dengan kalium ataupun natrium asam lemak akan bersifat hidrofilik. Dengan pelarut non polar dan penurunan pH akan mempermudah proses ekstraksi asam lemak. Penurunan pH bertujuan untuk menjadikan gugus karboksilat pada asam lemak menjadi tidak bermuatan (Maulana, 2013:11).

Titik leleh asam lemak dipengaruhi oleh panjangnya rantai karbon. Makin panjang rantai karbon maka titik lelehnya akan semakin tinggi. Sedangkan dengan bertambahnya jumlah ikatan rangkap titik leleh akan menurun. Hal ini dapat diterangkan dari ikatan antarmolekul asam lemak tidak jenuh kurang kuat, karena rantai pada ikatan rangkap (*cis*) tidak lurus. Makin banyak ikatan rangkap maka ikatan akan semakin lemah sehingga titik leleh menjadi rendah. Asam lemak jenuh memiliki titik leleh lebih tinggi daripada asam lemak tidak jenuh. Adanya bentuk *trans* pada asam lemak akan menyebabkan lemak mempunyai titik leleh yang lebih tinggi daripada adanya bentuk *cis* (Winarno, 1996:95).

1.3.3. Stabilitas Asam Lemak

Asam lemak tak jenuh bentuk *cis* merupakan bentuk alamiah dari suatu asam lemak, meskipun bukan merupakan bentuk stabil. Asam lemak apabila dipanaskan pada suhu di atas 150°C atau terhidrogenasi maka akan

berpotensi berisomerisasi membentuk struktur yang lebih stabil, yaitu struktur *trans*. Tetapi apabila dipanaskan pada suhu di atas 250°C maka akan terjadi polimerisasi membentuk struktur siklik (Bockish, 1998).

Asam lemak jenuh merupakan suatu bentuk asam lemak yang paling stabil jika dibandingkan dengan asam lemak tak jenuh. Asam lemak yang memiliki ikatan rangkap (asam lemak tak jenuh) cenderung lebih mudah teroksidasi sehingga menghasilkan warna yang tidak menarik dan bau yang tidak enak. Dengan semakin banyaknya ikatan rangkap, maka potensi teroksidasi akan semakin besar (Scrimgeour, 2005 dalam Maulana, 2013:13).

Pembentukan senyawa radikal bebas seperti peroksida dan foto oksidasi merupakan penyebab utama terjadinya penguraian dari asam lemak tak jenuh yang akan menghasilkan bau tengik dan rasa yang tidak enak. Hal tersebut tentu akan menurunkan kualitas minyak (Ho dan Sahidi, 2005 dalam Maulana, 2013:13). Maka untuk mencegah terjadinya reaksi oksidasi biasanya ditambahkan suatu antioksidan terutama antioksidan alami (Scrimgeour, 2005 dalam Maulana, 2013:14).

1.3.4. Asam Lemak yang Berguna bagi Kesehatan

Secara umum, asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) memiliki efek yang menguntungkan terhadap kadar kolesterol dalam darah, terutama bila digunakan sebagai pengganti asam lemak jenuh. Salah satu jenis MUFA adalah omega-9 (Oleat) yang merupakan asam lemak esensial terbanyak yang dapat ditemukan di alam. Omega-9 memiliki sifat stabil

dibanding PUFA. MUFA mampu menurunkan Kolesterol-*Low Density Lipoprotein* (K-LDL) dan meningkatkan Kolesterol-*High Density Lipoprotein* (K-HDL). Penurunan rasio K-LDL atau K-HDL akan menghambat terjadinya atheroskeloris. Asam lemak omega-9 banyak terdapat pada kacang-kacangan, alpukat, minyak zaitun (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2012:55).

Manfaat PUFA (asam lemak arakhidonat, linoleat, dan linolenat) antara lain berperan penting dalam transport dan metabolisme lemak, fungsi imun, mempertahankan fungsi dan integritas membran. Asam lemak omega-3 dapat membersihkan plasma dari lipoprotein kilomikron dan juga dari *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL), serta menurunkan produksi trigliserida dari apolipoprotein beta di dalam hati. Selain peranannya dalam pencegahan penyakit jantung koroner dan arthritis, asam lemak omega-3 dianggap penting untuk berfungsinya otak dan retina dengan baik (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2012:57).

1.4. *Eicosapentanoic Acid* (EPA)

Eicosapentanoic Acid (EPA) ditulis $20:5\omega 3$ adalah senyawa yang memiliki 20 ikatan rantai karbon, lima ikatan rangkap dengan ikatan rangkap pertama terletak pada posisi tiga dihitung dari gugus metil, sehingga EPA digolongkan ke dalam asam lemak omega-3. Letak ikatan rangkap pada EPA terdapat pada nomor atom 5, 8, 11, 14, dan 17 dihitung dari gugus karboksilat (Gambar I.4).

EPA merupakan senyawa metabolit dari α -Linoleic Acid (ALA) yang dihasilkan melalui proses reaksi enzimatik desaturasi. Manfaat EPA diantaranya adalah menurunkan kolesterol dalam darah khususnya *Low Density Lipoprotein* (LDL), menurunkan resiko penyakit jantung koroner, anti inflamasi, anti agregasi platelet, dan penyakit karsinoma (Haris, 2004 dalam Maulana, 2013:15).

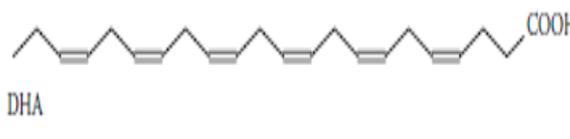


Gambar I. 4 Struktur Asam Eikosapentanoat (Gunstone *et al.*, 2007:6).

1.5. *Docosaheksanoid Acid* (DHA)

Docosaheksanoid Acid (DHA) ditulis 22:6 ω 3 adalah senyawa yang memiliki 22 rantai karbon, enam ikatan rangkap dengan ikatan rangkap pertama terletak pada posisi tiga dihitung dari ujung metil, sehingga DHA digolongkan juga ke dalam asam lemak omega-3. Letak ikatan rangkap pada DHA terdapat pada nomor atom 4, 7, 13, 16, dan 19 dihitung dari gugus karboksilat (Gambar I.5).

DHA juga merupakan senyawa metabolit dari ALA yang dihasilkan melalui proses reaksi enzimatik desaturasi. DHA sangat penting bagi perkembangan jaringan otak dan sistem syaraf (Maulana, 2013:15).



Gambar I. 5 Struktur Asam Dokosaheksanoat (Gunstone *et al.*, 2007:6).

1.6. Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan dari bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstraksi substansi yang diinginkan tanpa melarutkannya material lainnya. Setiap jenis pelarut mempunyai efisiensi dan selektivitas yang berbeda-beda dalam melarutkan senyawa-senyawa tertentu. Pemilihan pelarut tersebut didasarkan pada sifat polaritas. Struktur molekul suatu senyawa menentukan sifat kepolaran senyawa tersebut. Pelarut polar akan dapat melarutkan senyawa yang polar dan pelarut non polar akan melarutkan senyawa yang non polar (Retnasari, 2000:14-15).

Ekstraksi minyak dengan pelarut prinsipnya adalah ekstraksi dengan melarutkan minyak dalam pelarut minyak dan lemak. Pelarut minyak atau lemak yang biasa digunakan dalam proses ekstraksi adalah petroleum eter, gasoline karbon disulfida, karbon tetraklorida, benzen dan n-heksan (Ketaren, 2008:202).

Ada dua cara yang digunakan dalam ekstraksi menggunakan pelarut ini yaitu cara soxhlet dan cara perkolasi. Pada umumnya suhu yang digunakan pada cara soxhlet relatif lebih tinggi dari cara perkolasi (Retnasari, 2000:16).

Cara kerja soxhlet adalah memasukkan sampel (sampel kering) yang telah ditimbang ke dalam *thimble*, sampel dalam *thimble* ditutup dengan kapas bebas lemak supaya partikel tidak ikut terbawa aliran pelarut, kemudian labu dipanaskan dan dipasang beserta kondensornya.

Unit soxhlet yang dipasang dilengkapi dengan pendingin balik, dan pemanasan dilakukan pada suhu titik didih pelarut, kemudian dibiarkan terjadi sirkulasi sampai pelarut menjadi jernih. Pelarut yang digunakan sebanyak 1,5-2 kali isi tabung ekstraksi (Bintang, 2010:126).

1.7. Pemurnian Minyak

Tujuan utama dari proses pemurnian minyak adalah untuk menghilangkan rasa serta bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik, dan memperpanjang masa simpan minyak sebelum dikonsumsi atau digunakan sebagai bahan mentah dalam industri. Maka untuk memperoleh minyak yang bermutu baik, minyak dan lemak kasar harus dimurnikan dari bahan-bahan atau pengotor yang terdapat di dalamnya. Cara-cara pemurnian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pemisahan gum, netralisasi, pemucatan, penghilangan bau, dan transesterifikasi.

1.7.1. Pemisahan Gum (*Degumming*)

Pemisahan gum merupakan suatu proses pemisahan getah atau lendir-lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, karbohidrat, air dan resin tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak. Biasanya proses ini dilakukan dengan dehidrasi gum atau kotoran lain agar bahan tersebut lebih mudah terpisah dari minyak, kemudian disusul dengan proses sentrifuga (Ketaren, 2008:205).

1.7.2. Netralisasi

Netralisasi adalah suatu proses untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak atau lemak, dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa sehingga membentuk sabun. Pemisahan asam lemak bebas dapat juga dilakukan dengan cara penyulingan yang dikenal dengan istilah de-asidifikasi (Ketaren, 2008:207).

1.7.3. Pemucatan (*Bleaching*)

Pemucatan adalah suatu tahap proses pemurnian untuk menghilangkan zat-zat warna yang ada dalam minyak. Pemucatan ini dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil adsorben, seperti tanah serap (*fuller earth*), lempeng aktif (*activated clay*), dan arang aktif atau dapat juga menggunakan bahan kimia (Ketaren, 2008:216).

1.7.4. Penghilangan bau (Deodorisasi)

Deodorisasi adalah suatu tahap proses pemurnian minyak yang bertujuan untuk menghilangkan bau dan rasa (*flavour*) yang tidak enak dalam minyak. Prinsip proses deodorisasi yaitu penyulingan minyak dengan uap panas dalam tekanan atmosfer atau keadaan vakum.

Proses deodorisasi perlu dilakukan terhadap minyak yang digunakan untuk bahan pangan. Beberapa jenis minyak yang baru diekstrak mengandung *flavour* yang baik untuk tujuan bahan pangan, sehingga lemak memerlukan proses deodorisasi (Ketaren, 2008:225).

1.7.5. Transesterifikasi

Transesterifikasi bertujuan untuk mengubah triasilgliserol menjadi suatu ester. Penggantian suatu ikatan ester dilakukan pada saat analisis asam lemak secara kimia terutama analisis dengan menggunakan kromatografi gas. Asam lemak yang transesterifikasi gliserol terlebih dahulu dihidrolisis dengan menambahkan enzim lipase, asam atau basa. Proses hidrolisis ini biasanya berbarengan dengan proses netralisasi, dan basa NaOH dapat bersifat katalis untuk proses hidrolisis (Bockish, 1998). Proses transesterifikasi asam lemak bebas menjadi suatu metil ester atau etil ester dilakukan dengan cara penambahan alkohol dengan katalis asam serta katalis boron trifluorida (Ho dan Sahidi, 2005 *dalam* Maulana, 2013:29).

1.8. Parameter Standar Mutu Minyak

1.8.1. Bilangan Asam

Bilangan asam merupakan parameter mutu dari tingkat hidrolisis suatu minyak. Bilangan asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas, serta dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH 0,1 N yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak (Ketaren, 2008:48).

1.8.2. Bilangan Iodin

Asam lemak yang tidak jenuh dalam minyak dan lemak mampu menyerap sejumlah iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Besarnya jumlah iod yang diserap menunjukkan banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh. Bilangan iod dinyatakan sebagai jumlah gram iod yang diserap oleh 100 gram minyak atau lemak. Penentuan bilangan iod biasanya menggunakan cara Hanus, Kaufmann, dan Wijs. Perhitungan bilangan iod dari masing-masing cara tersebut adalah sama. Semua cara ini berdasarkan atas prinsip titrasi, dan pereaksi halogen berlebih ditambahkan pada sampel yang akan diuji. Setelah itu kelebihan pereaksi ditetapkan jumlahnya dengan cara titrasi (Ketaren, 2008:57).

1.8.3. Bilangan Penyabunan

Bilangan penyabunan adalah jumlah alkali yang dibutuhkan untuk menyabunkan sejumlah sampel minyak. Bilangan penyabunan dinyatakan dalam jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram minyak atau lemak. Besarnya bilangan penyabunan tergantung dari berat molekul. Minyak yang mempunyai berat molekul rendah akan mempunyai bilangan penyabunan yang lebih tinggi daripada minyak yang mempunyai berat molekul tinggi (Ketaren, 2008:49).

1.8.4. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida merupakan nilai terpenting untuk menunjukkan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Asam lemak tak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida.

Cara yang sering digunakan untuk menentukan bilangan peroksida yaitu berdasarkan pada reaksi antar alkali ioda dalam larutan asam dengan ikatan peroksida. Iod yang dibebaskan pada reaksi ini kemudian dititrasi dengan natrium tiosulfat (Ketaren, 2008:64).

1.8.5. Bobot Jenis

Penetapan bobot jenis digunakan hanya untuk cairan, dan kecuali dinyatakan lain, didasarkan pada perbandingan bobot zat di udara pada suhu 25°C terhadap bobot air dengan volume dan suhu yang sama. Bila suhu ditetapkan dalam monografi, bobot jenis adalah perbandingan bobot zat di udara pada suhu yang telah ditetapkan terhadap bobot air dengan volume dan suhu yang sama. Bila pada suhu 25°C zat berbentuk padat, tetapkan bobot jenis pada suhu yang telah tertera pada masing-masing monografi, dan mengacu pada air pada suhu 25°C (DepKes RI, 1995:1030).

1.9. Kromatografi Gas

Kromatografi gas adalah suatu proses pemisahan campuran menjadi komponen-komponennya oleh fase gas yang bergerak melalui suatu lapisan serapan (sorben) yang stasioner. Dalam kromatografi gas, gas digunakan sebagai fasa gerak dan zat padat atau zat cair digunakan sebagai fasa diam.

Mekanisme kerja kromatografi gas adalah gas dalam silinder baja bertekanan tinggi dialirkan melalui kolom yang berisi fasa diam. Cuplikan

berupa campuran yang akan dipisahkan, biasanya dalam bentuk larutan, disuntikkan ke dalam aliran gas tersebut. Kemudian cuplikan dibawa oleh gas pembawa ke dalam kolom dan di dalam kolom terjadi proses pemisahan. Komponen-komponen campuran yang telah terpisah satu persatu meninggalkan kolom. Suatu detektor diletakan di ujung kolom untuk mendeteksi jenis maupun jumlah komponen campuran. Hasil pendeteksian direkam dengan rekorder yang dinamakan kromatogram yang terdiri dari beberapa puncak. Jumlah puncak yang dihasilkan menyatakan jumlah komponen senyawa yang terdapat dalam campuran. Sedangkan luas puncak-puncak dalam kromatogram berupa segitiga, maka luasnya dapat dihitung berdasarkan tinggi dan lebar puncak tersebut. Berikut adalah komponen-komponen instrumentasi kromatografi gas (Hendayana, 2006:32-33).

a. Gas Pembawa

Gas yang digunakan dalam kromatografi gas harus bersifat inert (tidak bereaksi) dengan cuplikan maupun fasa diam. Gas-gas yang biasa digunakan adalah gas helium, argon, nitrogen, dan hidrogen. Karena gas disimpan dalam silinder bertekanan tinggi maka gas tersebut akan mengalir dengan sendirinya secara cepat sambil membawa komponen-komponen campuran yang akan atau yang sudah dipisahkan. Dengan demikian gas tersebut juga disebut gas pembawa (*carrier gas*). Oleh karena itu gas pembawa mengalir dengan cepat maka pemisahan

dengan teknik kromatografi gas hanya memerlukan waktu beberapa menit saja (Hendayana, 2006:33).

b. Pemasukan Cuplikan

Cuplikan yang dapat dianalisis kromatografi gas dapat berupa zat cair atau gas, dengan syarat cuplikan tersebut mudah menguap dan stabil (tidak rusak pada kondisi operasional). Suhu tempat penyuntikan dapat diatur, suhu yang dipakai biasanya sekitar 50°C di atas titik didih cuplikan. Jumlah cuplikan yang disuntikkan ke dalam aliran fasa gerak sekitar 5 µL. Cuplikan disuntikkan dengan bantuan alat suntik karet septum kemudian diuapkan di dalam tabung gas. Gas pembawa meniup uap cuplikan melalui kolom kromatografi (Hendayana, 2006:35).

c. *Termostat Oven*

Termostat Oven berfungsi untuk mengatur suhu kolom. Suhu di dalam oven sangat mempengaruhi pemisahan fisik komponen-komponen yang ada di dalam kolom. Tiga cara mengatur suhu di dalam oven, yaitu:

- 1) Isotermal yaitu suhu diatur tetap selama analisis
- 2) Suhu terprogram yaitu selama analisis temperatur diatur naik secara bertahap
- 3) Suhu 180°C selama 35 menit

Yang lebih banyak digunakan biasanya adalah cara kedua karena beberapa keuntungan yang dapat diperoleh, yaitu resolusi kromatogram lebih baik, efisiensi kolom meningkat, dan mempertajam hasil analisis karena analisis ini mampu memunculkan puncak komponen yang jika

dengan temperatur isothermal tidak muncul (Mulja dan Surahman, 1995 dalam Maulana, 2013:30-31).

d. Kolom

Dalam kromatografi gas, kolom merupakan tempat terjadinya proses pemisahan. Untuk kromatografi gas dikenal dua jenis kolom, yaitu:

1) Kolom Pak (*Packed Column*)

Kolom pak terbuat dari *stainless steel* atau gelas dengan garis tengah 3-6 mm dan panjang 1-5 m. Kolom diisi dengan serbuk zat padat halus atau zat padat sebagai zat pendukung yang dilapisi zat cair kental yang sukar menguap sebagai fasa diam. Jenis kolom pak ini lebih disukai karena untuk tujuan preparatif dapat menampung jumlah cuplikan yang banyak.

2) Kolom Terbuka (*Open Tubular Column*)

Kolom terbuka lebih kecil dan lebih panjang dari kolom pak. Diameter kolom terbuka berkisar antara 0,1-0,7 mm dan panjangnya berkisar antara 15-100 m. Jenis kolom ini disebut juga kolom kapiler. Untuk mempermudah penyimpanan, biasanya kolom terbuka dibentuk spiral dengan garis tengah 18 cm. Bagian dalam kolom spiral tidak terhalang fasa diam, tetapi kolom terbuka tidak dapat menampung cuplikan dalam jumlah banyak (Hendayana, 2006:37-38).

e. Detektor

Detektor pada kromatografi merupakan suatu sensor elektronik. Detektor berfungsi untuk mengubah sinyal gas dan komponen-komponen di dalamnya menjadi sinyal elektronik. Detektor memberikan respon berupa linier dengan kadar atau laju aliran massa komponen yang terelusi. Data kualitatif berupa puncak area kromatogram pada waktu tambat tertentu sedangkan data kuantitatif berupa luas area yang keduanya telah dikonfirmasi dengan *reference standard* (Maulana, 2013:32).

Berbagai jenis detektor dapat digunakan untuk mendeteksi komponen-komponen yang telah dipisahkan di dalam kolom kromatografi gas, yaitu:

1) Detektor Daya Hantar Panas (*Thermal Conductivity Detector/TDC*)

Detektor jenis ini mengukur kemampuan zat dalam memindahkan panas dari daerah panas ke daerah dingin. Semakin besar daya hantar panas maka semakin cepat pula panas dipindahkan. Detektor ini terdiri dari filamen panas tungsten-rhenium yang ditempatkan pada aliran gas yang datang dari arah kolom kromatografi. Detektor ini sangat dipengaruhi oleh perubahan daya hantar panas aliran gas, maka sebaiknya daya hantar solut dan gas pembawa berbeda jauh (Hendayana, 2006:46).

2) Detektor Ionisasi Nyala (*Flame Ionization Detector/FID*)

Detektor ionisasi nyala jauh lebih peka daripada detektor daya tahan panas. Kepekaan detektor ionisasi nyala akan lebih meningkat jika N_2 digunakan sebagai gas pembawa. Arus yang mengalir di antara anoda dan katoda diukur dan diterjemahkan sebagai sinyal pada recorder (Hendayana, 2006:48).

3) Detektor Spektroskopi Massa

Detektor jenis ini merupakan jenis detektor yang paling terkenal dan mutakhir dalam kromatografi gas. Spektrometer massa disambungkan dengan keluaran kromatografi gas. Ketika gas solut memasuki spektrometer massa maka molekul senyawa organik ditembak dengan elektron berenergi tinggi sehingga molekul tersebut pecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil. Pecahan molekul terdeteksi berdasarkan massanya yang digambarkan sebagai spektra massa. Setiap komponen campuran yang telah dipisahkan dengan kromatografi gas akan tergambar dalam suatu spektra massa. Kromatografi gas dan spektroskopi massa ini dikenal dengan sebutan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (KG-SM) atau *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) (Hendayana, 2006:49-50).

Spektra massa adalah alur kelimpahan (*abundance*) jumlah fragmen bermuatan positif berlainan versus massa per muatan (m/z atau m/e) dari fragmen-fragmen tersebut. Muatan ion dari kebanyakan pertikel

yang terdeteksi dalam suatu spektrometer massa adalah +1; maka nilai m/z sama dengan massa molekulnya (M). Suatu molekul atau ion pecah menjadi fragmen-fragmen bergantung pada kerangka karbon dan gugus fungsional yang ada. Oleh karena itu, struktur dan massa fragmen memberikan petunjuk mengenai struktur molekul induknya, juga mungkin seringkali untuk menentukan bobot molekul suatu senyawa dari spektrum massanya (Supratman, 2010:260).

