

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Santan Kelapa ⁽⁴⁾

Santan adalah cairan yang diperoleh dengan melakukan pemerasan terhadap daging buah kelapa parut. Santan merupakan bahan makanan yang dipergunakan untuk mengolah berbagai masakan. Terdapat beberapa macam cara untuk mengekstraksi santan, pada umumnya dengan memeras daging buah kelapa parutan.

Pada waktu daging buah kelapa diamati di bawah mikroskop, memperlihatkan struktur sel yang panjang, dipenuhi oleh cairan dan globula-globula minyak di dalam cairan. Jelasnya globula dan cairan minyak inilah yang diperas sebagai santan. Santan kelapa mengandung berbagai macam komponen seperti yang diberikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Komposisi santan kelapa

Bahan penyusun	Santan murni (%)
Air	86
Lemak	4 - 5
Karbohidrat	4 - 5
Protein	3 - 4
Mineral	1

2.2 Emulsi

Emulsi adalah suatu dispersi atau suspensi suatu cairan dalam cairan yang lain, dimana molekul-molekul kedua cairan tersebut tidak saling berbaaur tetapi

saling antagonistik. Air dan minyak merupakan cairan yang tidak saling berbau, tetapi saling ingin terpisah karena mempunyai kepolaran yang berbeda. Terdapat dua tipe emulsi berdasarkan ukuran partikel yang terdispersi, yaitu makroemulsi dan mikroemulsi. Ukuran partikel pada makroemulsi adalah $0,2 \mu\text{m} - 50 \mu\text{m}$ dan dapat dilihat dengan mikroskop. Sedangkan ukuran partikel pada mikroemulsi adalah $0,01 \mu\text{m} - 0,2 \mu\text{m}$.⁽⁵⁾

Pada suatu sistem emulsi terdapat tiga bagian utama, yaitu bagian yang terdispersi, terdiri dari butir-butir yang biasanya terdiri dari lemak, bagian kedua disebut media pendispersi yang juga dikenal sebagai fase kontinyu, biasanya terdiri dari air dan bagian ketiga adalah zat pengemulsi yang berfungsi menjaga agar butir-butir minyak tadi tetap terdispersi di dalam air.

Jika fase terdispersinya minyak maka sistem emulsi disebut emulsi minyak dalam air (o/w), dan jika air sebagai fase terdispersi maka sistem emulsi disebut emulsi air dalam minyak (w/o). Tipe emulsi yang dibentuk oleh fase minyak dan air tergantung pada sifat zat pengemulsi dan besarnya volume air dan minyak. Secara umum emulsi o/w dihasilkan oleh zat pengemulsi yang lebih larut dalam air daripada dalam minyak, sedangkan emulsi w/o dihasilkan oleh zat pengemulsi yang lebih larut dalam minyak daripada dalam air. Hal ini dikenal dengan aturan Bancroft (Bancroft rule).⁽⁶⁾

Ada beberapa cara dalam menentukan tipe emulsi yang terbentuk:

1. Umumnya emulsi o/w mempunyai tekstur seperti susu dan emulsi w/o seperti minyak.
2. Tipe emulsi dapat diketahui dengan melarutkan zat warna yang dapat larut dalam medium pendispersi.

3. Umumnya emulsi o/w mempunyai konduktivitas elektrik yang lebih tinggi daripada emulsi w/o.⁽⁷⁾

2.3 Surfaktan⁽⁵⁾

Emulsi umumnya tidak stabil tanpa adanya zat ketiga, yang dikenal sebagai zat pengemulsi (emulsifier/surfaktan). Surfaktan adalah suatu bahan dalam suatu sistem dengan konsentrasi rendah yang mempunyai sifat terserap di atas permukaan (surface) atau antar permukaan (interface) dan mengubah energi bebas permukaan atau antar permukaan sistem. Surfaktan selalu menurunkan energi bebas antar permukaan, walaupun untuk tujuan khusus dapat dibuat sebaliknya. Efek-efek ini dikenal sebagai aktif permukaan (surface aktif). Istilah “antar muka“ (interface) menunjukkan batas antara dua fasa yang tidak bercampur, sedangkan istilah “permukaan” (surface) menunjukkan suatu interface yang salah satu fasanya adalah gas, biasanya udara.

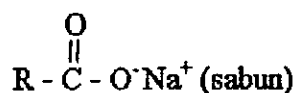
Surfaktan mempunyai struktur molekul yang khas, karena adanya gugus yang mempunyai tarikan yang sangat kecil terhadap air disebut sebagai gugus hidrofobik, bersama-sama dengan gugus yang mempunyai tarikan yang kuat terhadap air di sebut gugus hidrofilik. Struktur ini dikenal sebagai struktur amfifatik atau amfifilik.

2.3.1 Pengelompokkan Surfaktan

Berdasarkan sifat-sifat gugus hidrofilik yaitu gugus yang bersifat polar, surfaktan dikelompokkan sebagai berikut:

1. Anionik, yaitu bagian molekul yang aktif permukaannya mempunyai muatan negatif

Contoh:



2. Kationik, yaitu bagian molekul yang aktif permukaannya mempunyai muatan positif

Contoh: $\text{R}^+\text{NH}_3\text{Cl}^-$ (garam amonium rantai panjang)



3. Ion zwitter (zwitter ion), yaitu bagian molekul yang aktif permukaannya mempunyai baik muatan positif maupun negatif

Contoh: $\text{R}^+\text{NH}_3\text{CHCOO}^-$ (asam amino rantai panjang)



4. Nonionik, yaitu bagian molekul yang aktif permukaannya tidak mempunyai muatan ionik yang jelas.

Contoh: $\text{RCOOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ (monogliserida asam lemak rantai panjang)



Gugus hidrofobik biasanya adalah residu hidrokarbon rantai panjang dan jarang sebagai suatu hidrokarbon terhalogenasi atau teroksidasi maupun rantai siloksan. Perbedaan sifat gugus hidrofobik biasanya kurang nyata daripada hidrofilik. Gugus hidrofobik biasanya adalah residu-residu hidrokarbon rantai panjang. Walaupun demikian mereka mencakup struktur-struktur yang berbeda-beda sebagai berikut:

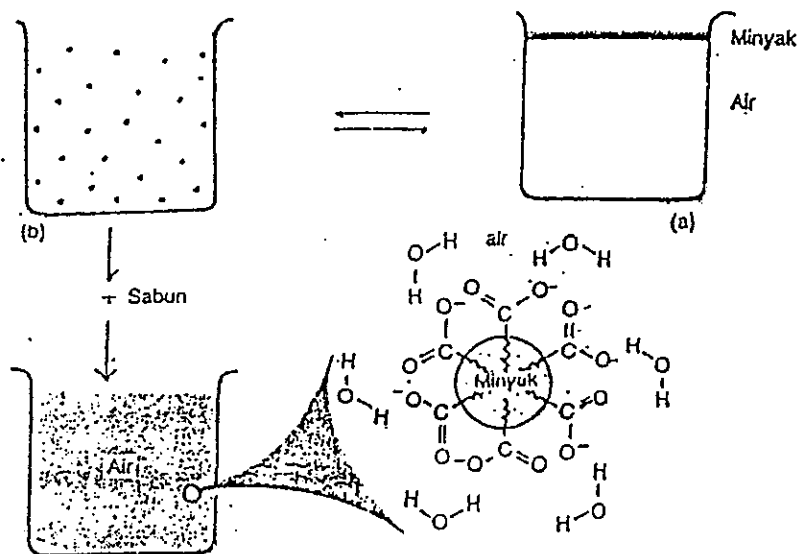
1. Rantai lurus, gugus-gugus alkil rantai panjang ($\text{C}_8 - \text{C}_{20}$).
2. Rantai bercabang, gugus-gugus alkil rantai panjang ($\text{C}_8 - \text{C}_{20}$).
3. Residu alkil benzena rantai panjang ($\text{C}_8 - \text{C}_{15}$).
4. Residu alkil naftalena rantai panjang

5. Turunan rosin
6. Polimer, propilena oksida dengan berat molekul tinggi (turunan polioksi propilen glikol).
7. Gugus perfluoro alkil rantai panjang.
8. Gugus-gugus polisiloksan.

2.3.2 Daya Kerja Surfaktan ⁽⁶⁾

Daya kerja surfaktan (zat pengemulsi) terutama disebabkan oleh bentuk molekulnya yang dapat terikat baik pada minyak maupun air. Bila zat pengemulsi tersebut lebih terikat pada air atau lebih larut dalam air (polar) maka dapat membantu terjadinya dispersi minyak dalam air sehingga terjadilah emulsi o/w. Sebaliknya bila zat pengemulsi lebih larut dalam minyak (non polar) terjadilah emulsi w/o.

Daya kerja zat pengemulsi dapat digambarkan sebagai berikut; bila butir-butir lemak telah terpisah karena adanya energi mekanik (pengocokan), maka butir-butir lemak yang terdispersi tersebut segera terselubungi oleh selaput tipis zat pengemulsi. Bagian zat pengemulsi yang non polar larut dalam lapisan butir-butir lemak, sedangkan bagian polar menghadap ke pelarut (air) seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gb 1. Skema terjadinya emulsi minyak dalam air

2.4 Dasar-Dasar Pemilihan Surfaktan Sebagai Zat Pengemulsi ^(8,9)

Hal yang penting dalam menyiapkan suatu emulsi adalah pemilihan surfaktan yang sesuai sehingga akan diperoleh suatu emulsi yang stabil. Namun demikian hubungan antara struktur kimia surfaktan dan kekuatan emulsifikasinya adalah sangat kompleks dari kenyataan bahwa komponen kedua fase, minyak dan air dapat berubah-ubah. Lebih dari itu konsentrasi zat pengemulsi yang digunakan tidak hanya menentukan kekuatan emulsifikasinya tetapi tipe emulsi (o/w atau w/o) yang dapat dibentuk, sehingga tidak semua surfaktan dapat digunakan sebagai zat pengemulsi yang baik untuk suatu sistem emulsi tertentu.

2.4.1 Pedoman umum ⁽⁹⁾

Ada beberapa pedoman umum yang dapat digunakan dalam memilih surfaktan sebagai zat pengemulsi, yaitu (1) zat pengemulsi yang larut dalam minyak membentuk emulsi w/o, begitu pula sebaliknya dan (2) campuran zat pengemulsi yang larut dalam minyak dan yang larut dalam air akan menghasilkan emulsi yang

lebih stabil daripada penggunaan zat pengemulsi secara individual (3) semakin polar fase minyak, semakin hidrofilik zat pengemulsi yang digunakan; semakin nonpolar minyak yang diemulsifikasikan maka semakin lipofilik zat pengemulsinya. Hal-hal tersebut di atas adalah dasar bagi sejumlah metode dalam memilih zat pengemulsi atau kombinasi dari zat pengemulsi yang sesuai untuk suatu sistem tertentu.

2.4.2 Hydrophile-Lipophile Balance (HLB)

Griffin telah menemukan sistem untuk memilih surfaktan sebagai zat pengemulsi, yaitu dengan memberikan angka pada surfaktan non ionik yang bergantung pada karakter hidrofilik mereka. Angka-angka ini disebut "HLB number" (bilangan HLB) Griffin, dan didefinisikan sebagai perbandingan antara berat molekul surfaktan yang larut dalam air (hidrofilik) dengan berat molekul surfaktan yang larut dalam minyak (lipofilik). Griffin juga telah memberi angka untuk minyak yang disebut dengan "required HLB number" (bilangan HLB yang dikehendaki oleh minyak) yang menunjukkan bilangan HLB zat pengemulsi yang digunakan untuk mendapatkan kestabilan emulsi yang maksimum.⁽⁸⁾ Metode ini sering digunakan dalam pemilihan surfaktan sebagai zat pengemulsi. Pemilihan ini berdasarkan pada daerah atau range dimana HLB dapat digunakan secara optimal untuk suatu pemakaian tertentu.⁽⁹⁾

Davies menghitung bilangan HLB surfaktan langsung dari rumus kimianya, yaitu dari bilangan HLB komponen-komponen penyusun surfaktan yang dihitung dengan persamaan:

$$HLB = 7 + \Sigma (\text{bilangan HLB gugus hidrofilik}) - \Sigma (\text{bilangan HLB gugus hidrofobik})$$

Bilangan HLB untuk bermacam-macam komponen dalam surfaktan diberikan

dalam tabel di bawah ini.^(8,9)

Tabel 2. Bilangan HLB untuk masing-masing komponen dalam surfaktan

Komponen	Bilangan HLB
Gugus hidrofilik	
-SO ₄ Na ⁺	38,7
-COOH ⁺	21,2
-COONa ⁺	19,1
N (tertiary amine)	9,4
Ester	2,4
-COOH	2,1
-O-	1,3
-OH	1,9
Gugus lipofilik	
-CH ₂ -)	0,475
-CH ₃ -)	
-CH-)	
Turunan	
-(CH ₂ -CH ₂ -O-	0,33
-(CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -O)-	0,15

Untuk memprediksikan tipe dan kestabilan emulsi yang dihasilkan dari komponen-komponen penyusunnya maka dibuat peringkat secara numerik yang menunjukkan aksi dari surfaktan seperti yang diberikan dalam tabel 3.⁽⁹⁾

Tabel 3. Skala HLB

HLB	Penggunaan
3 - 6	Zat pengemulsi air dalam minyak (w/o)
7 - 9	Zat pembasah (wetting agent)
8 - 18	Zat pengemulsi minyak dalam air (o/w)
13 - 15	Detergen
15 - 18	Pelarut (Solubilizer)

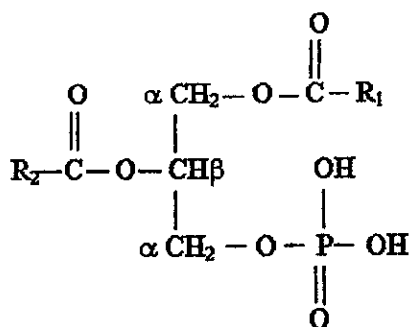
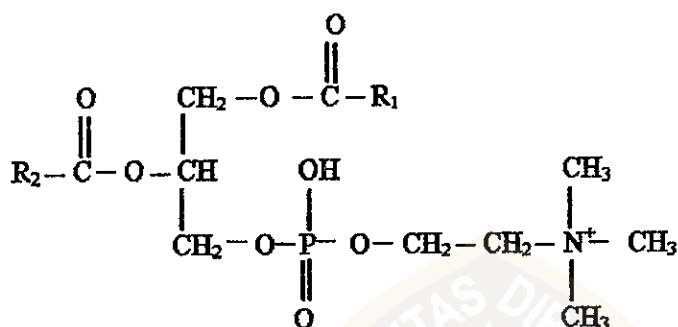
Bilangan HLB menunjukkan perilaku emulsifikasi dan hubungannya dengan keseimbangan antara bagian hidrofilik dan hidrofobik dalam molekul surfaktan. Bilangan HLB umumnya diperoleh berdasarkan pada percobaan emulsifikasi daripada hanya berdasarkan atas pertimbangan struktural saja. Untuk memilih zat pengemulsi atau kombinasi dari zat pengemulsi yang sesuai, maka dipilih yang mempunyai bilangan HLB yang kira-kira sama dengan zat yang akan diemulsifikasikan. Apabila ada beberapa bilangan HLB dari zat yang akan diemulsifikasikan, maka bilangan HLB dijumlahkan dari berat rata-ratanya sesuai dengan persentase komposisi campuran zat yang digunakan. Sebagai contoh, jika campuran 20% wax parafin (HLB=10) dan 80% minyak aromatik (HLB =13) diemulsifikasikan, maka "required HLB" dari minyak adalah $(10 \times 0,20) + (13 \times 0,80) = 12,4$. Untuk maksud ini campuran zat pengemulsi dari 60% polyoxyethylene lauryl alkohol (HLB=16,9) dan 40% polyoxyethelenated cetyl alkohol (HLB=5,3) digunakan, maka $HLB = (16,9 \times 0,60) + (5,3 \times 0,40) = 12,2$.^(5,8)

2.5 Fosfolipid ⁽¹¹⁾

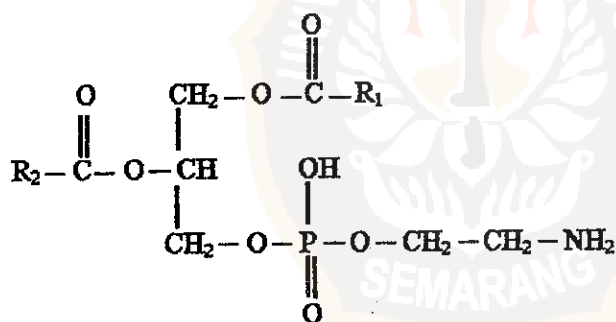
2.5.1 Struktur

Fosfolipid atau fosfatidat adalah suatu gliserida yang mengandung fosfat dalam bentuk ester asam fosfat, sebagai senyawa fosfogliserida. Senyawa-senyawa dalam golongan fosfogliserida ini dapat dipandang sebagai derivat asam α fosfatidat.

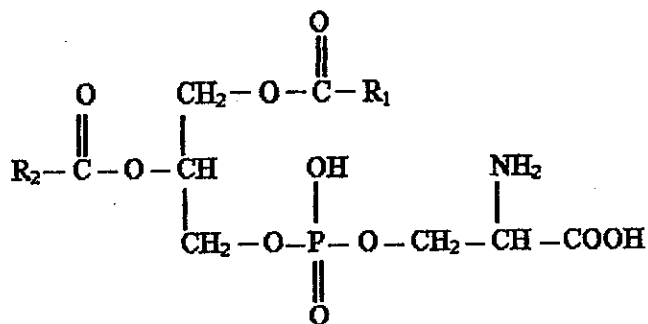
Gugus yang diikat oleh asam fosfatidat ini antara lain kolin, etanolamin, serine dan inositol. Dengan demikian senyawa yang termasuk fosfolipid ini adalah fosfatidilkolin, fosfatidiletanolamin, fosfatidilserine dan fosfatidilinositol. Struktur senyawa-senyawa tersebut dapat dilihat pada gambar 2, 3, 4, 5 dan 6.

Gb 2. L - α - Asam Fosfatidat

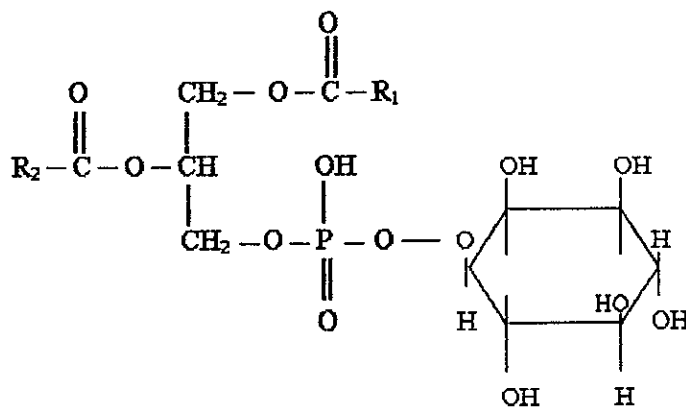
Gb 3. Struktur fosfatidilkolin



Gb 4. Struktur fosfatidiletanolamin



Gb 5. Struktur fosfatidilserine



Gb 6. Struktur fosfatidilinositol

2.5.2 Sifat

Pada umumnya fosfolipid terdapat dalam sel tumbuhan, hewan dan manusia. Pada tumbuhan fosfolipid terdapat dalam kedelai, pada manusia atau hewan terdapat dalam telur, otak, hati, ginjal, pankreas, paru-paru dan jantung.

Fosfatidilkolin atau lesitin mula-mula diperoleh dari kuning telur (lekhytos), karena itu diberi nama lesitin. Jenis lesitin tergantung jenis asam lemaknya. Asam lemak yang terdapat dalam lesitin antara lain adalah asam palmitat, stearat, oleat, linoleat, dan linolenat. Asam lemak yang mengikat atom karbon nomor 1 pada umumnya adalah asam lemak jenuh, dan yang terikat pada atom karbon nomor 2 adalah asam lemak tidak jenuh. Lesitin berupa zat padat lunak seperti lilin, berwarna putih dan dapat berubah menjadi coklat bila kena cahaya dan bersifat higroskopik dan bila dicampurkan dengan air membentuk larutan koloid. Disamping itu lesitin larut dalam semua pelarut lemak kecuali aseton. Penambahan aseton dapat mengendapkan lesitin. Apabila lesitin dikocok dengan asam sulfat akan terjadi asam fosfatidat dan kolin. Selain itu apabila dipanaskan dengan basa atau asam akan menghasilkan asam lemak, kolin gliserol dan asam fosfat.

Sefalin adalah fosfogliserida yang tidak larut dalam aseton dan alkohol. Yang termasuk sefalin adalah fosfatidiletanolamin dan fosfatidilserine. Ke dua jenis senyawa ini terdapat dalam berbagai jaringan dan sel, terutama banyak terdapat dalam sel otak dan sel syaraf lainnya bersama-sama dengan lesitin.

Fosfatidiletanolamin dan fosfatidilserine dapat dihidrolisis sempurna, sehingga disamping menghasilkan asam lemak, gliserol dan fosfat juga menghasilkan etanolamin dan fosfatidilserine menghasilkan juga serine.

2.6 Ekstraksi Lipida

Sebagai senyawa hidrokarbon, lipida pada umumnya tidak larut dalam air akan tetapi larut dalam pelarut organik. Pemilihan bahan pelarut yang sesuai untuk ekstraksi lipida adalah dengan penentuan derajat polaritasnya. Pada dasarnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya.⁽¹²⁾ Karena polaritas lipida berbeda-beda maka tidak ada bahan pelarut umum untuk semua macam lipida. Contoh di bawah ini menunjukkan beberapa jenis bahan pelarut untuk ekstraksi lipida:

- a. Senyawa trigliserida yang bersifat nonpolar akan mudah diekstraksi dengan pelarut nonpolar misalnya, petroleum eter.
- b. Glikolipida yang polar akan mudah diekstraksi dengan alkohol yang polar.
- c. Fosfolipid yang bersifat polar dan asam akan mudah larut dalam kloroform yang sedikit polar dan basa.⁽¹³⁾

2.7 Kromatografi Gas ⁽¹⁴⁾

Kromatografi gas merupakan teknik kromatografi yang paling efektif dibandingkan dengan teknik kromatografi lainnya. Kromatografi gas adalah metode

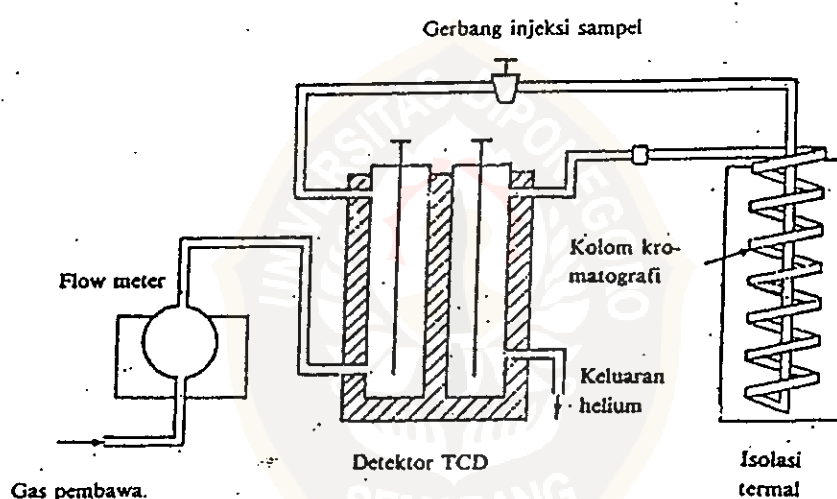
pemisahan campuran didasarkan pada distribusi zat terlarut diantara dua fasa dimana fasa diamnya berupa zat cair dan fasa geraknya berupa gas.

2.7.1 Instrumentasi

Suatu kromatograf yang baik terdiri dari komponen-komponen penting (gambar 7), yaitu:

1. **Regulator tekanan.** Tekanan diatur sekitar 1-4 atmosfer, sedangkan aliran gas diatur 1-1000 liter gas per menit. Sebelum dialirkan pada kolom, gas pengemban dialirkan dulu pada silinder berisi molekular sieve untuk menyaring adanya kontaminasi pengotor. Gas pembawa yang umum digunakan adalah He, N₂, H₂ dan Ar.⁽¹⁵⁾
2. **Sistem injeksi sampel.** Dalam pemisahan dengan GC cuplikan harus dalam bentuk fasa gas. Tetapi kebanyakan senyawa organik berbentuk cairan dan padatan. Dengan demikian senyawa yang berbentuk cairan dan padatan pertamanya harus diuapkan. Ini membutuhkan pemanasan sebelum masuk ke kolom. Panas tersebut ada pada tempat injeksi. Cuplikan dimasukkan ke dalam tempat injeksi. Biasanya cuplikan yang diinjeksikan berkisar 0,5 - 50 ml untuk gas dan 0,2 - 20 µl untuk cairan.⁽¹⁴⁾
3. **Kolom kromatografi.** Terbuat dari tabung yang dibuat berbentuk spiral terbuka. Baja tahan karat digunakan untuk tabung kolom kromatografi bila bekerja pada temperatur tinggi. Panjang umumnya 2 meter.
4. **Penunjang stasioner.** Struktur dan sifat permukaan memegang peranan penting. Struktur berperan dalam efisiensi kolom, sedangkan sifat permukaan menentukan sifat pemisahan. Permukaan penunjang akan terselimuti oleh fase cair stasioner berupa lapisan film tipis. Penunjang yang biasa digunakan adalah tanah diatomaeus dan kieselguhr.

5. **Fase stasioner.** Salah satu keunggulan kromatografi gas cair terletak pada variasi fase cair untuk partisi yang dapat tersedia dalam jumlah tidak terbatas. Pembatasnya adalah penguapan, kestabilan termal dan kemampuan membasahi penunjang fase cair yang dapat dikelompokkan pada cairan nonpolar, cairan dengan kepolaran menengah, karbowax yang bersifat polar dan senyawa-senyawa yang dapat berikatan hidrogen seperti glikol.
6. **Detektor.** Pada detektor komponen-komponen cuplikan yang telah terpisah dideteksi. Hasil pendeteksian diteruskan ke pencatat untuk menghasilkan kromatogram.⁽¹⁵⁾



Gb. 7 Skema alat kromatografi gas

2.7.2 Cara Kerja Kromatografi Gas

Sampel diinjeksikan melalui suatu tempat injeksi yang temperaturnya dapat diatur, senyawa-senyawa dalam sampel akan menguap dan akan dibawa oleh gas pengemban menuju kolom. Zat terlarut akan teradsorpsi pada bagian atas kolom oleh fase diam, kemudian akan merambat dengan laju rambatan masing-masing komponen sesuai dengan nilai koefisien partisinya. Komponen-komponen tersebut terelusi dengan urutan makin membesarnya koefisien partisi menuju detektor.

Detektor mencatat sederetan sinyal yang timbul akibat perubahan konsentrasi dan perbedaan laju elusi.

Ada beberapa kelebihan kromatografi gas diantaranya dapat digunakan kolom yang lebih panjang untuk menghasilkan efisiensi pemisahan yang tinggi. Fase gas dibandingkan dengan sebagian besar fase cair tidak bersifat reaktif terhadap fase diam dan zat-zat terlarut. Kelemahannya adalah teknik ini terbatas untuk zat yang mudah menguap.⁽¹⁵⁾

Analisa kualitatif dapat dilakukan dengan melihat waktu retensi yang terjadi pada masing-masing puncak kromatogram. Sedangkan analisis kuantitatif dapat dilakukan dengan melihat langsung pada data kromatogram atau dengan menghitung luas masing-masing puncak.⁽¹⁶⁾

2.8 Spektrometer Massa⁽¹⁵⁾

Spektrometer massa adalah suatu instrumen yang dapat menyeleksi molekul gas bermuatan berdasarkan massa atau beratnya. Umumnya spektrum massa diperoleh dengan mengubah senyawa suatu sampel menjadi ion-ion yang bergerak cepat dan dipisahkan berdasarkan perbandingan massa terhadap muatan (m/e). Proses ionisasi menghasilkan partikel-partikel bermuatan positif, dimana massa yang terdistribusi adalah spesifik terhadap senyawa induk. Biasanya sampel ditembak dengan berkas elektron yang menghasilkan suatu ion molekul atau fragmen ionik. Fragmen-fragmen bermuatan ini dapat dipisahkan menurut massanya.

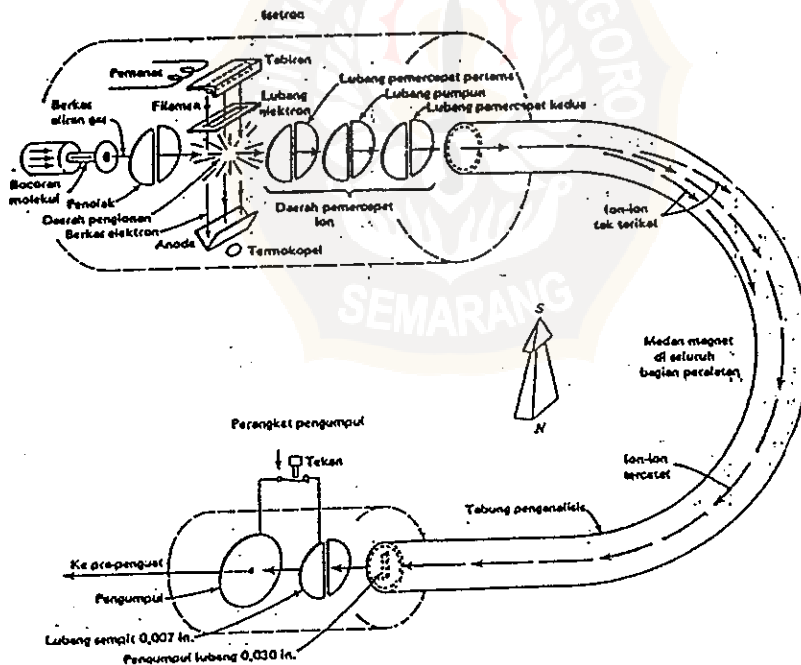
2.8.1 Instrumentasi

Spektrometer massa biasanya terdiri dari (gambar 8):

1. **Sistem penanganan sampel.** Bagian ini berfungsi mengubah sampel agar mempunyai bentuk gas pada tekanan rendah dan reproduksibel. Untuk sampel-

sampel yang tidak mudah menguap, diperlukan pemanas asalkan senyawa tersebut stabil secara termal.

2. **Sumber ion.** Di sini molekul-molekul diubah menjadi ion dalam bentuk gas. Cara yang umum untuk menghasilkan ion-ion meliputi penembakan sampel dengan berkas elektron berenergi tinggi.
3. **Penganalisis massa.** Adalah susunan alat-alat yang berguna untuk memisahkan ion-ion dengan perbandingan massa terhadap muatan yang berbeda-beda. Penganalisis massa harus dapat membedakan selisih massa yang kecil serta dapat menghasilkan arus ion yang tinggi.
4. **Pengumpul ion.** Arus berkas ion yang dapat dideteksi dan diukur berkisar antara 10^{-15} - 10^{-5} ampere, dengan bantuan lempeng fotografi. Elektroda pengumpul harus terlindung dari ion-ion yang tidak diharapkan.



Gb. 8 Skema alat spektrometer massa

2.8.2 Cara Kerja Spektrometer Massa ⁽¹⁷⁾

Sampel diuapkan dan didorong ke dalam ruang pengionan. Molekul-molekul sampel terionisasi oleh arus elektron sehingga menghasilkan ion-ion positif kemudian masuk ke dalam daerah penganalisis massa. Partikel yang bergerak cepat masuk ke dalam medan magnet yang kuat, sehingga lintasannya menjadi lengkung. Jari-jari lengkung lintasan tergantung pada kecepatan dan kekuatan medan magnet. Partikel-partikel dengan massa yang berbeda difokuskan ke suatu celah ke luar dengan cara memvariasikan potensial akselerasi atau kekuatan medan magnet. Ion-ion yang melewati celah akan diterima oleh elektroda pengumpul. Arus ion yang dihasilkan diperkuat dan dicatat sebagai fungsi kuat medan atau potensial akselerasi.

