

**ANALISIS HIDROKARBON NORMAL ALKANA  
DALAM SEDIMEN PANTAI PULAU LUMU-LUMU  
KEPULAUAN SPERMONDE**



**HASRUL  
H 311 97 028**

<b>PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN</b>	
Tgl. Terima	5-7-2002.
Asal Data	MIPA.
Banyak	1 (satu).
Hangat	Harah.
No. Inventaris	020705092.
No. Idas	



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002**



**ANALISIS HIDROKARBON NORMAL ALKANA  
DALAM SEDIMEN PANTAI PULAU LUMU-LUMU  
KEPULAUAN SPERMONDE**

Oleh :

**H A S R U L  
H 311 97 028**

*Sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat  
memperoleh gelar sarjana*

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002**



**ANALISIS HIDROKARBON NORMAL ALKANA  
DALAM SEDIMEN PANTAI PULAU LUMU-LUMU  
KEPULAUAN SPERMONDE**

**H A S R U L  
H 311 97 028**

disetujui oleh :

pembimbing utama

**(Prof. Dr. Alfian Noor, MSc)**  
NIP. 130 520 684

pembimbing pertama

**(Drs. Syarifuddin Liong, MSi)**  
NIP. 130 523 618

**SUSUNAN TIM PENGUJI UJIAN SARJANA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

<b>Prof. Dr. Alfian Noor, MSc</b>	<b>( ketua )</b>
<b>Dra. Hasnah Natsir, MSi</b>	<b>( sekretaris )</b>
<b>Dr. Ir. Prastawa Budi</b>	<b>( anggota )</b>
<b>Drs. Maming, MSi</b>	<b>( anggota )</b>
<b>Drs. Fredrick Mandey, MSc</b>	<b>( anggota )</b>



*Sebagai kado ulang tahun yang tertunda*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu alaikum warahmatullaahi wabarokatuh,*

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas berkah dan dan lindungan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dalam bentuk yang sangat sederhana.

Tiada suatu karya yang dapat terwujud tanpa bantuan dan kerjasama dari orang lain. Melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada bapak **Prof.Dr. Alfian Noor,MSc** selaku pembimbing utama yang selalu menekankan akan pentingnya disiplin, yang telah memeriksa dan memberikan saran demi sempurnanya skripsi ini. Ucapan yang sama penulis tujukan untuk bapak **Drs. Syarifuddin Liong, MSi** yang selalu mengingatkan akan pentingnya sabar, yang selalu memberi dorongan dan semangat kepada penulis. Untuk teman-teman angkatan 97 : andis, arta, omi,edy, jo, mikacl, aspar, akkal, jack, arifin, anjas, ibe, ulla, erna, tima, wulan, cra, arda, murni, ati, sarni, dian, sukma, cia, vera, nana, mery, len, dira, ira, ipha, anju, ima, yang selalu bangga akan kekompakannya, terima kasih atas canda tawanya, kalianlah yang terbaik. Adik-adik angkatan di jurusan kimia : rini, menni, eka, miswar, arham, jupri, hera, fira, awal, saha, uca, usman, umar, saldi serta pengurus HMK periode 2001/2002 yang tidak sempat dituliskan namanya satu persatu penulis akan selalu mengingat kebaikan kalian. Penulis merasa berhutang budi pada teman-teman di pondok : naha, hafid, ahmad, fitra, fur, ome, fian, hamka, anjas, bang heri dan udin



yang telah mengorbankan kepentingannya demi selesainya skripsi ini, tanpa kalian niscaya pondokan sepi.

Dengan penuh pengertian ayahanda **Abd. Rahim**, ibunda **Martati**, Kakanda **Hamdan** dan adinda **Arma Rahim** telah tabah menerima abaian dan merelakan tuntutan waktu dan malahan memberikan bantuan penuh bersemangat dalam proses jadinya skripsi ini. Bagi merekalah serta adinda **Suryaningsih** yang telah memberikan dorongan dan semangat yang tak kunjung padam, yang tidak pernah bosan menunggu selesainya skripsi ini karya ini kupersembahkan.

Makassar, Juni 2002

penulis

## ABSTRACT

An investigation of distribution of normal alkanes in marine sediment of Lumu-Lumu Island, Spermonde Archipelago, has been carried out using gravimetric analysis and gas chromatography. The sample is extracted by use the Metanolic KOH and toluene to obtain the extracts of organic matter (EOM), fractioned through adsorption column chromatography with silica gel 70 – 230 mesh and n-hexane as eluent to obtain saturated fraction.

Gravimetric analysis result showed that the sediment contains extract of organic matter between 131,70 and 845, 80 mg/kg dry sediment and normal alkanes fraction was 20,68 – 377,25 mg/kg dry sediment. The analysis of gas chromatography has shown carbon preference index (CPI) value between 0.50 and 0.95, and chromatogram showed an unresolved complex mixture (UCM) with the area between 6,2 and 23,4 cm<sup>2</sup>. This results indicates that normal alkanes were not from biogenic source and could be inferred that marine sediment of Lumu-Lumu Island Spermonde Archipelago has been contaminated by petroleum hydrocarbon



## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang distribusi normal alkana pada sedimen perairan pulau Lumu-Lumu Kepulauan Spermonde dengan menggunakan analisa gravimetri dan kromatografi gas. Sampel diekstraksi dengan KOH metanolik dan toluene untuk menentukan ekstrak bahan organik (EBO), difraksinasi melalui kromatografi kolom dengan silica gel 70 – 230 mesh dan normal heksana sebagai eluent untuk mendapatkan fraksi jenuh.

Dari hasil gravimetri diperoleh EBO antara 131,70 – 845,80 mg/kg sedimen kering dan fraksi alkana antara 20,68 – 377,25 mg/kg sedimen kering. Hasil analisis kromatografi gas diperoleh nilai carbon preference index (CPI) 0,50 – 0,95 dan kromatogramnya memberikan puncak pada *baseline* atau luas Unresolved Complex Mixture (UCM) antara 6,2 – 23,4 cm<sup>2</sup>. Ini mengindikasikan normal alkana yang ada bukan berasal dari sumber biogenik dan dapat disimpulkan bahwa perairan pulau Lumu-Lumu Kepulauan Spermonde telah terkontaminasi oleh hidrokarbon minyak bumi.

## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SUSUNAN PANITIA PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRACT .....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I    PENDAHULUAN	
1. 1. Latar Belakang .....	1
1. 2. Maksud Penelitian .....	2
1. 3. Tujuan Penelitian .....	2
1. 4. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Sifat-Sifat Senyawa Normal Alkana dan Minyak Bumi.....	4
II.2. Sumber-Sumber Hidrokarbon di Laut .....	6
II.2.1 Biogenik .....	7
II.2.2 Pirolitik .....	8



II.2.3	Diagenetik .....	8
II.2.4	Geokimia .....	8
II.2.5	Antropogenik .....	8
II.3.	Sedimen .....	8
II.4.	Distribusi Normal Alkana Dalam Sedimen .....	10
II.5.	Karakteristik Hidrokarbon .....	12
II.5.1	Tipe Hidrokarbon Dalam Minyak Mentah .....	13
II.5.2	Tipe Hidrokarbon Produk Penyulingan .....	15
II.6.	Proses Transpormasi Minyak Bumi Dalam Lingkungan Laut ..	15
II.6.1.	Penyebaran .....	16
II.6.2.	Penguapan .....	16
II.6.3.	Pelarutan.....	16
II.6.4.	Emulsifikasi.....	17
II.6.5.	Degradasi dan Fotooksidasi .....	17
II.6.6.	Sedimentasi .....	18
II.7.	Kromatografi Gas .....	19
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
III.1.	Lokasi Pengambilan Sampel .....	25
III.2.	Pengambilan Dan Penyiapan Sampel .....	25
III.3.	Alat-Alat Yang Digunakan .....	26
III.4.	Bahan-Bahan Yang Digunakan .....	27
III.5.	Prosedur Analisis .....	27

III.5.1. Penentuan Kadar Air .....	27
III.5.2. Ekstraksi .....	28
III.5.3. Fraksinasi .....	29
III.5.4. Analisa secara Kromotografi gas Cair Kolom Kapiler ...	30
III.6. Interpretasi Hasil Analisis .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
IV.1. Hasil .....	31
IV.2. Pembahasan Umum.....	42
<b>BAB V PENUTUP</b>	
V.1. Kesimpulan.....	45
V.2. Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Halaman</b>
1	Sumber-Sumber Utama Hidrokarbon di Laut.....	6
2	Beberapa Struktur Senyawa Hidrokarbon Sikloalkana.....	14
3	Beberapa Struktur Senyawa Hidrokarbon Aromatik .....	15
4	Beberapa Struktur Senyawa Hidrokarbon Alkena .....	15
5	Proses Transformasi Minyak Bumi dalam Lingkungan Laut .....	18
6	Bagan Peralatan Kromatografi Gas Cair.....	20
7	Profil Kromatogram Hidrokarbon pada Stasiun A.....	34
8	Profil Kromatogram Hidrokarbon pada Stasiun B.....	36
9	Profil Kromatogram Hidrokarbon pada Stasiun C.....	37
10	Profil Kromatogram Hidrokarbon pada Stasiun D.....	39
11	Profil Kromatogram Hidrokarbon pada Stasiun E.....	40
12	Profil Kromatogram Hidrokarbon pada Stasiun F .....	42

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Halaman</b>
1	Skala Wenworth untuk Mengklasifikasi Partikel-Partikel Sedimen.....	9
2	Data Pengambilan Sampel Sedimen Tiap-Tiap Stasiun.....	31
3	Hasil Gravimetri Kandungan Sedimen (mg/kg Sedimen Kering) ....	32
4	Hasil Analisis Sedimen pada Stasiun A .....	33
5	Hasil Analisis Sedimen pada Stasiun B .....	35
6	Hasil Analisis Sedimen pada Stasiun C .....	36
7	Hasil Analisis Sedimen pada Stasiun D .....	38
8	Hasil Analisis Sedimen pada Stasiun E .....	39
9	Hasil Analisis Sedimen pada Stasiun F.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Keterangan	Halaman
1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....	49
2	Skema Kerja Penelitian .....	50
3	Histogram Distribusi Berat Fraksi n-Alkana Terhadap EBO .....	51
4	Histogram Rasio Berat Fraksi n-Alkana terhadap HT .....	52
5	Histogram Rasio Berat Fraksi n-Alkana terhadap EBO (%).....	53
6	Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu / n-Alkana Total pada Stasiun A dan B.....	54
7	Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu / n-Alkana Total pada Stasiun C dan D.....	55
8	Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu / n-Alkana Total pada Stasiun E dan F.....	56
9	Gambar Alat Phleger Core Sampler.....	57
10	Gambar Alat Rotavapor Buchii.....	58
11	Gambar Alat Kolom Fraksinasi .....	59
12	Gambar Alat Refluks.....	60

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Hidrokarbon minyak bumi merupakan pencemar perairan yang paling besar dibanding dengan senyawa-senyawa organik lain. Keberadaan hidrokarbon minyak bumi di lingkungan perairan dapat terjadi dengan berbagai cara di antaranya : bocornya tanker minyak, kegiatan eksplorasi minyak lepas pantai, buangan kota, gumpalan minyak mentah yang dikeluarkan pada proses pembersihan tanker dan rembesan minyak bumi yang berasal dari lingkungan perairan itu sendiri.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh LEMIGAS dan CNEXO pada tahun 1982, tentang polusi tar di beberapa pulau di Indonesia menemukan adanya pencemaran minyak bumi di selat Makassar.

Minyak bumi yang masuk ke lingkungan laut menyebar relatif cepat melalui proses fisika diikuti proses kimia dan biologi. Penyebaran minyak ini akan membentuk lapisan yang menutupi permukaan laut dan dapat bertahan lama, kemudian secara bertahap mengalami sedimentasi atau terdampar di pantai dalam bentuk tarball (Sloan, 1993).

Sedimentasi minyak bumi terjadi karena banyak komponen minyak bumi termasuk n-alkana yang tidak larut dalam air membentuk emulsi dengan air sehingga menjadi berat dan turun ke sedimen (Moor, 1976). Normal alkana yang ada dalam sedimen tersebut belum diketahui jenis dan distribusinya.





Dari survey sebelumnya pulau Lumu-Lumu Kepulauan Spermonde diasumsikan relatif bersih, sehingga sangat menarik untuk menganalisa hidrokarbon yang ada pada sedimen perairan tersebut. Jika dalam sedimen tersebut terdapat hidrokarbon maka dibedakan apakah dari sumber biogenik atau bukan. Hasil analisa tersebut diharapkan dapat dibuat suatu perbandingan tingkat pencemaran minyak dan mengetahui jenis serta asal hidrokarbon yang dianalisa.

## **1.2 Maksud Penelitian**

Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan analisis hidrokarbon normal Alkana dalam sedimen pantai Pulau Lumu-Lumu Kepulauan Spermonde.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan :

- a. Menentukan jenis dan kuantitas hidrokarbon normal Alkana dalam sedimen pantai Pulau Lumu-Lumu Kepulauan Spermonde.
- b. Mengetahui distribusi hidrokarbon normal Alkana dalam sedimen pantai Pulau Lumu-Lumu Kepulauan Spermonde.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Dari penelitian ini diharapkan :

- a. Memberikan data kualitatif dan kuantitatif senyawa normal Alkana dalam sedimen pantai Pulau Lumu-Lumu Kepulauan Spermonde.



- b. Memberikan masukan tentang tingkat pencemaran yang mungkin diakibatkan oleh minyak bumi karena aktivitas di sekitar lingkungan perairan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Sifat-Sifat Senyawa Normal Alkana dan Minyak Bumi

Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur-unsur H dan C. Senyawa ini ditemukan sebagai komponen dasar sejumlah bahan kimia yang berbahaya dan beracun bagi organisme seperti petroleum, pestisida dan sebagainya (Kclar, *et al* dalam Rismawati, 2000)

Normal alkana adalah suatu kelas hidrokarbon yang merupakan komponen utama penyusun minyak mentah dengan rumus  $C_nH_{2n+2}$ , yang mempunyai sifat-sifat kimia yang relatif stabil. Senyawa-senyawa ini umumnya non polar dan mempunyai sifat yang mirip dengan lemak, yaitu tidak larut dalam air dan bobot jenis lebih rendah dari air. Selain itu juga dikenal sebagai hidrokarbon parafin yaitu afinitas kecil karena kurang reaktif dibanding senyawa alkena dan alkuna. Normal alkana dibentuk oleh deret homolog dari gugus metilen ( $-CH_2-$ ) contoh: n-alkana, n-heptana, n-heksadekana (Fessenden, 1989).

Wujud hidrokarbon n-alkana berkaitan dengan bobot molekulnya. Pada suhu kamar dan tekanan atmosfer, senyawa hidrokarbon parafin  $C_{1-4}$  berwujud gas seperti metana, etana, propane dan butana, sedangkan propane, butana dan isobutana merupakan komponen utama "Liquid Petroleum Gas" (LPG).

Senyawa hidrokarbon alkana rantai  $C_{5-17}$  cair terdapat dalam fraksi bensin, nafta, kerosin, solar dan minyak bakar. Sedangkan rantai  $C_{18}$  ke atas



adalah padatan yang dikenal sebagai parafin (Moor, 1976). Karena sifat non polarnya, alkana larut dalam pelarut non polar seperti benzen dan dietil eter. Bobot jenis, titik leleh dan titik didih meningkat menurut kenaikan bobot molekulnya. Diketahui  $C_{5}H_{12}$  mempunyai batas nilai bobot jenis 0,77 sampai 0,78 (Pessenden, 1989).

Minyak bumi adalah merupakan campuran hidrokarbon yang terbentuk berjuta-juta tahun yang lampau dari dekomposisi bertahap dari tumbuh-tumbuhan dan hewan. Minyak bumi berupa cairan kental berwarna hitam yang terdapat dalam cekungan-cekungan kerak bumi. Jadi minyak bumi atau petroleum (minyak batu) merupakan campuran kompleks dari senyawa-senyawa hidrokarbon dan non hidrokarbon (Farrington, 1970).

Adapun berbagai sifat fisik minyak bumi antara lain sifat volatilitas, titik didih, titik beku, berat jenis, ukuran partikel molekul, dan lain-lain. Sedangkan sifat kimia yang termasuk didalamnya adalah reaktifitas komponen, sifat-sifat polar dan non polar atau semi polar, berbagai susunan molekul komponen dan lain-lain. Sifat biologis adalah hubungannya dengan kondisi lingkungan daerah tercemar terhadap flora, fauna maupun mikroorganisme, toksisitas terhadap biota yang ada maupun sifat-sifat yang berhubungan dengan makhluk hidup yang di dalamnya (Butler, 1978).

Hidrokarbon minyak bumi dapat berbentuk padat, cair dan gas. Bentuk padat seperti aspal, cair dikenal sebagai minyak mentah dan gas dikenal sebagai gas alam, seperti metana. Pada minyak bumi mengandung kurang lebih 500

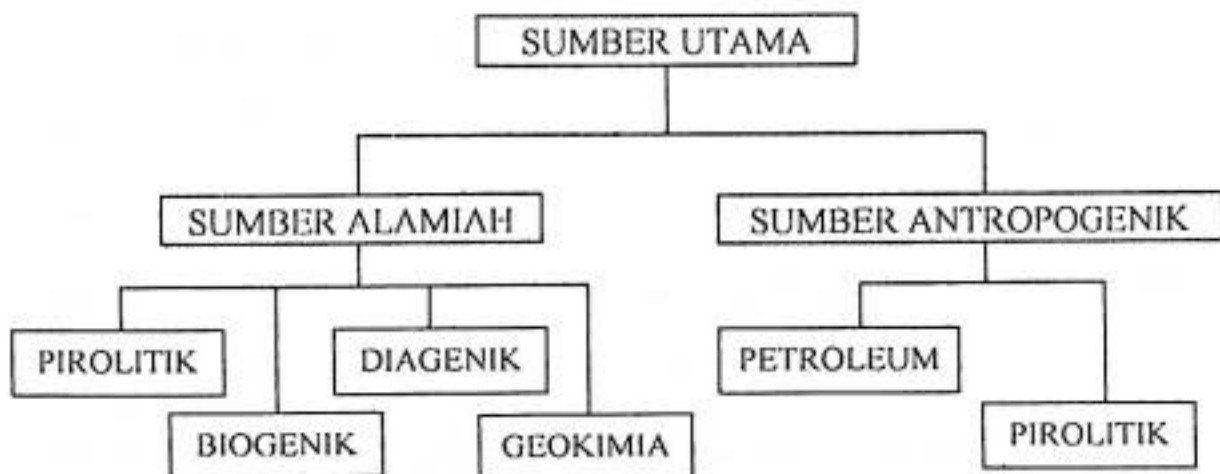
senyawa yang telah terdeteksi dengan komposisi unsur yang bervariasi serta sejumlah kecil unsur non karbon O, N, S dan logam.

Pada proses penyulingan, minyak bumi terpisah dalam berbagai fraksi dengan sifat fisika dan kimia yang berbeda. Petroleum eter (t.d. 30-60°C) dan ligroin (t.d. 60-90°C) merupakan cairan yang mudah menguap terdiri atas C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>. Bensin meliputi senyawa C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> (t.d. 60-200°C). Fraksi penting lainnya adalah kerosin C<sub>8</sub>-C<sub>14</sub> (t.d. 175-325°C). Minyak gas (t.d. di atas 275°C) C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub> (Fessenden, 1989).

Sifat kimianya memiliki komposisi yang berbeda tergantung dari mana sumbernya, komposisi akan menentukan kecepatan degradasi molekul. Makin panjang rantainya makin sulit terdegradasi (NAS, 1975).

## II.2 Sumber-sumber Hidrokarbon di Laut

Sumber hidrokarbon dalam lingkungan laut terdiri atas dua bagian yaitu hidrokarbon alamiah dan hidrokarbon antropogenik, seperti yang disajikan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Sumber-sumber Utama Hidrokarbon di Laut (Farrington, 1970)

Sumber hidrokarbon alamiah dalam lingkungan laut adalah sebagai berikut :

### ***II.2.1 Biogenik***

Hidrokarbon biogenik adalah hidrokarbon yang dihasilkan dari metabolisme dengan sintesa oleh mikroorganisme atau dengan mengkonversi senyawa-senyawa precursor atau autolisis oleh mikroorganisme hidup melalui dekomposisi organisme yang telah mati. Diperkirakan hasil biosintesa hidrokarbon oleh produktivitas utama laut umumnya 1 – 10 juta ton per tahun.

Hidrokarbon biogenik dapat dibedakan dengan hidrokarbon petroleum berdasarkan karakteristik masing-masing, tetapi tidak semua perbedaan ini berlaku untuk semua mikroorganisme.

- a. Petroleum mengandung campuran hidrokarbon yang sangat kompleks dengan struktur bervariasi dan rentang berat molekul lebih besar daripada hidrokarbon biogenik.
- b. Petroleum mengandung lebih banyak seri homolog, dengan rasio alkana genap dan ganjil adalah 1.
- c. Petroleum mengandung banyak campuran kompleks siklo alkana dan aromatik.
- d. Petroleum mengandung banyak sekali senyawa-senyawa nafteno aromatik yang tidak ditemukan dalam hidrokarbon biogenik.
- e. Petroleum mengandung senyawa-senyawa hetero dengan S,N,O, dan logam serta senyawa apolitik berat sedangkan dalam hidrokarbon biogenik tidak

terdapat senyawa-senyawa hetero serta senyawa-senyawa aspalitik (Farrington, 1970).

### ***II.2.2 Pirolitik***

Hidrokarbon pirolitik adalah hidrokarbon hasil pembakaran hutan, menghasilkan kira-kira 6 juta ton per tahun yang dilepaskan ke atmosfer dalam bentuk partikel kecil yang selanjutnya terbawa oleh air hujan melalui saluran-saluran pembuangan ke lingkungan laut. Juga dapat dihasilkan melalui pembakaran kendaraan bermotor yang berada di lingkungan laut.

### ***II.2.3 Diagenetik***

Hidrokarbon ini berasal dari proses kimia pada sedimen laut yang berlangsung dalam waktu yang pendek.

### ***II.2.4 Geokimia***

Hidrokarbon jenis ini terjadi melalui proses geologi seperti penyusunan minyak di bawah laut dan pantai yang berlangsung dalam jangka waktu yang sangat lama bahkan berjuta-juta tahun.

Sedangkan sumber hidrokarbon antropogenik berasal dari partikel-partikel hasil pembakaran kendaraan bermotor di lingkungan laut dan juga dari minyak bumi serta produk destilat lainnya yang terbang melalui aktifitas manusia (Noor dan Mille, 1987)

## **II.3 Sedimen**

Seluruh permukaan dasar lautan ditutupi oleh partikel-partikel sedimen yang telah diendapkan secara perlahan-lahan dalam jangka waktu berjuta-juta

tahun. Sedimen terutama terdiri dari partikel-partikel yang berasal dari hasil pembongkaran batu-batuan dan potongan-potongan kulit (*shell*) serta sisa rangka-rangka dari organisme laut.

Sedimen cenderung untuk didominasi oleh satu atau beberapa jenis partikel, tetapi mereka tetap terdiri dari ukuran yang berbeda-beda (Hutabarat, 1985).

Tabel 1. Skala Wentworth Untuk Mengklasifikasi Partikel-Partikel Sedimen

Keterangan	Ukuran (mm)
Boulders (batuan)	> 256
Gravel (kerikil)	2 - 256
very coarse sand (pasir sangat kasar)	1 - 2
coarse sand (pasir kasar)	0.5 - 1
medium sand (pasir)	0.25 - 0.5
fine sand (pasir halus)	0.125 - 0.25
very fine sand (pasir sangat halus)	0.0625 - 0.125
silt (lumpur)	0.002 - 0.0625
clay (liat)	0.0005 - 0.002
dissolved material (bahan terlarut)	< 0.0005

Sumber : Hutabarat, Shala dan Stewart M. Evans, "Pengantar Oseanografi", 1985

Metode lain untuk mengklasifikasikan sedimen adalah dengan cara melihat asalnya. Menurut Hutabarat dan Evans klasifikasi sedimen berdasarkan asalnya ada empat yaitu :

### 1. *Sedimen Lithogenous*

Jenis sedimen ini berasal dari sisa pengikisan batu-batuan di darat. Hal ini dapat terjadi oleh karena adanya suatu kondisi fisik yang ekstrim, seperti yang disebabkan oleh karena adanya proses pemanasan dan pendinginan terhadap batu-batuan yang terjadi secara berulang-ulang di





padang pasir, oleh karena itu adanya embun-embun es di musim dingin, atau oleh karena adanya aksi kimia dari larutan bahan-bahan yang terdapat di dalam air hujan atau air tanah terhadap permukaan batu.

## 2. *Sedimen Biogenous*

Sisa-sisa rangka dari organisme hidup juga akan membentuk endapan partikel-partikel halus yang dinamakan *ooze* yang biasanya mengendap pada daerah-daerah yang letaknya jauh dari pantai.

## 3. *Sedimen Hydrogenous*

Jenis partikel dari sedimen golongan ini dibentuk sebagai hasil reaksi kimia dalam air laut. Sebagai contoh, *manganese nodules* (bungkahan-bungkahan mangan) berasal dari endapan lapisan oksida dan hidroksida dari besi dan mangan yang terdapat di dalam sebuah rangkaian lapisan konsentris di sekitar pecahan batu atau runtuan puing-puing.

### II.4 Distribusi Normal Alkana Dalam Sedimen

Wood pada tahun 1987 mengatakan bahwa terdapat hubungan antara kandungan bahan organik dan ukuran partikel sedimen. Pada sedimen yang halus, persentase bahan organik lebih tinggi dari pada sedimen yang kasar, hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen Lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organik ke dasar perairan, sedangkan pada sedimen yang kasar, kandungan bahan organiknya lebih rendah, karena partikel yang lebih kasar tidak mengendap. Selanjutnya dinyatakan pula bahwa bahan organik yang

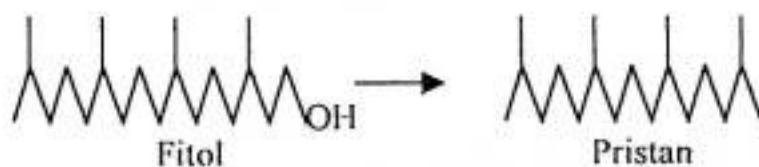


mengendap di dasar perairan merupakan sumber bahan makanan bagi organisme bentik, sehingga jumlah dan laju penambahannya dalam sedimen, mempunyai pengaruh yang besar terhadap populasi organisme dasar.

Normal alkana dalam sedimen umumnya menunjukkan distribusi bimodal yang typical campuran antara "marine autochthonous" (alkana dari lingkungan laut sendiri) dan "terrestrial allocthonous" (hidrokarbon yang berasal dari daratan) dengan sedikit komponen abiotik dan tidak ada komponen antropogenik. Normal alkana merupakan fraksi terbesar hidrokarbon jenuh dan tak jenuh dalam sedimen permukaan laut dangkal.

Distribusi n-alkana dalam sedimen dapat melalui organisme biota laut (seperti algae dan plankton) serta organisme laut lainnya yang mensintesis n-alkana yang lebih dominan. n-alkana dengan  $C_{15}$ ,  $C_{17}$ ,  $C_{19}$  dan  $C_{21}$  ditemukan dengan sangat melimpah pada fitoplankton. Sedangkan pada rumput laut dan sargassum, n-alkana  $C_{21-31}$  lebih dominan. Beberapa jenis bakteri telah ditemukan mengandung sejumlah alkana dengan rantai atom C genap dan ganjil ( $C_{25-32}$ ) dalam perbandingan yang sama, demikian juga pada sponge dan koral, telah ditemukan mengandung sedikit normal alkana  $C_{25-34}$ .

Pristan berhubungan dengan fitoplankton dimana terdapat fitol sebagai precursor yang dikonversi menjadi pristan yaitu sebagai berikut :



Hasil analisis hidrokarbon Petroleum dengan kromatografi gas menunjukkan puncak kromatogram pristan selalu berdampingan dengan hidrokarbon  $C_{17}$  dan phitan dengan hidrokarbon  $C_{18}$ .

Selain itu terdapat distribusi hidrokarbon yang berasal dari minyak bumi yang berlangsung melalui :

1. tumpahan minyak akibat kecelakaan kapal tanker yang merupakan sumber utama pencemaran minyak di laut,
2. buangan sistematis residu minyak lepas pantai,
3. pengembangan eksplorasi minyak lepas pantai.

## II.5 Karakteristik hidrokarbon

Ada beberapa karakteristik yang perlu diperhatikan dalam analisa hidrokarbon, baik hidrokarbon minyak bumi maupun alami, namun sering tak tampak secara keseluruhan. Karakteristik yang dimaksud dapat dilihat dari perbedaan antara hidrokarbon minyak bumi dan hidrokarbon alamiah sebagai berikut :

1. Hidrokarbon minyak bumi :
  - kandungan hidrokarbonnya sangat kompleks dengan variasi struktur dan berat molekul besar,
  - deret homolognya banyak,
  - komposisi sikloalkana dan aromatikanya banyak,
  - dapat berasosiasi dengan unsur, S, N, O dan logam.

## 2. Hidrokarbon alamiah :

- kandungan hidrokarbonnya sederhana,
- deret homolog lebih sedikit,
- komposisi sikloalkana aromatik kurang,
- tidak berasosiasi dengan logam.

### *II.5.1 Tipe Hidrokarbon Dalam Minyak Mentah*

Hidrokarbon merupakan penyusun utama (75%) kebanyakan minyak mentah dan bahan bakar minyak. Hidrokarbon dalam minyak bumi terdiri atas beberapa kelas. Blumer et.al (1973) mengklasifikasikan sebagai berikut :

#### 1. Normal alkana

Senyawa hidrokarbon parafin merupakan fraksi paling banyak terdapat pada minyak bumi termasuk fraksi yang mudah menguap. Minyak bumi mengandung senyawa alkana yang mudah menguap sekitar 30% sehingga terjadi suatu perubahan sifat fisisnya seperti kerapatan, viskositas, titik nyala dan sebagainya.

#### 2. Alkana Bercabang

Banyak senyawa deret isomer alkana isoprenoid terdapat dalam petroleum seperti :



$C_{15}$  (2, 6, 10-trimetil dodekana)



$C_{16}$  (2, 6, 10-trimetil butadodekana)



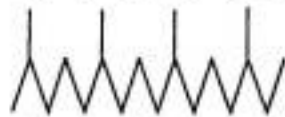
$C_{17}$  (2, 6, 10-trimetil pentadekana)



$C_{18}$  (2, 6, 10-trimetil heksadekana)



$C_{19}$  (2, 6, 10, 14-tetrametil heptadekana)



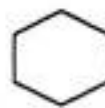
$C_{20}$  (2, 6, 10, 14-tetrametil oktadekana)

### 3. Sikloalkana

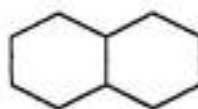
Sikloalkana merupakan campuran senyawa-senyawa kompleks dalam bentuk tersubstitusi dan tak tersubstitusi yang dapat dijumpai dalam minyak bumi. Senyawa tersubstitusi tersebut kelimpahannya lebih banyak daripada yang tak tersubstitusi.



Siklopentana



Sikloheksana



Dekaline (Bisiklodekana)

Gambar 2. Beberapa Struktur Senyawa Hidrokarbon sikloalkana

### 4. Hidrokarbon Aromatik

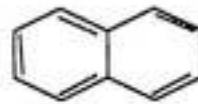
Benzena, naftalena dan senyawa olihidrokarbon aromatik serta derivat-derivatnya. Keberadaan hidrokarbon aromatik ini dalam lingkungan



laut berasal dari luar baik melalui kegiatan industri perminyakan, transportasi, buangan kota, pirolitik hutan dan lain-lain.



benzena ( $C_6H_6$ )



naftalena ( $C_{10}H_8$ )

Gambar 3. Beberapa struktur senyawa hidrokarbon aromatik

### 5. Alkena (Olefin)

Hidrokarbon tak jenuh ini adalah merupakan salah satu hasil produksi kilang minyak, tetapi tidak dijumpai dalam minyak mentah.



1, 3-heptadiena



3, 5, 7-undekatriena

Gambar 4. Beberapa struktur senyawa alkena

### 11.5.2 Tipe Hidrokarbon Produk Penyulingan

Hasil-hasil penyulingan petroleum seperti gasoline, bahan bakar jet, kerosin, dietil eter, bahan bakar destilat, residu terdiri atas seluruh kelas hidrokarbon dalam minyak mentah (NAS, 1975).

### 11.6 Proses Transformasi Minyak Bumi dalam Lingkungan Laut

Masuknya minyak bumi ke dalam lingkungan laut menyebabkan terjadinya proses transformasi dengan melibatkan proses kimia, fisika, dan



biologi yang meliputi proses penyebaran, penguapan, pelarutan, emulsifikasi, degradasi, fotooksidasi, dan sedimentasi.

### **II.6.1. Penyebaran**

Minyak bumi serta produk destilatnya yang terbang ke lingkungan perairan menyebar dengan cepat karena pengaruh angin, gelombang, arus, dan terutama sifat-sifat fisika dan kimia. Akibat penyebaran ini akan terbentuk lapisan minyak bumi yang tipis sehingga terpecahkan oleh gelombang dan selanjutnya mengalami proses yang lain (NAS, 1975).

### **II.6.2. Penguapan**

Dalam proses ini sangat tergantung pada titik didih dan berat molekul minyak bumi yang masuk ke laut. Di mana hampir seluruh hidrokarbon dengan rentang kurang dari  $C_{15}$  (t.d.  $< 250^{\circ}\text{C}$ ) akan teruapkan dari permukaan laut. Sedangkan hidrokarbon dengan rentang  $C_{16} - C_{25}$  menunjukkan volatilitas terbatas dan banyak yang tinggal dalam minyak bumi. Sedangkan untuk rentang di atas  $C_{25}$  sangat sedikit yang hilang dari proses ini. Jika penguapan yang terjadi sangat kecil, molekul atau partikel-partikel yang tidak menguap akan membentuk agregat bergabung menjadi besar dan turun ke sedimen (NAS, 1975 dalam Jawahir, 1993).

### **II.6.3. Pelarutan**

Proses pelarutan sangat ditentukan oleh angin, keadaan laut, dan material minyak bumi (komposisi kimia, spesifik gravity, viskositas, dan sebagainya). Kelarutan hidrokarbon minyak bumi di dalam air rendah, tetapi



karena air laut merupakan lingkungan yang sangat luas, maka sejumlah minyak dapat larut (NAS, 1975 dalam Sudirman, 1997).

#### **II.6.4. Emulsifikasi**

Proses emulsifikasi disebabkan karena banyaknya komponen minyak bumi yang tidak larut dalam air, sehingga terjadi reaksi saponifikasi dengan zat pengemulsi. Bentuk emulsi tergantung pada perbandingan volume air atau minyak dan proses fisika, seperti guncangan. Emulsi minyak dalam air disebarkan secara perlahan oleh aliran atau perputaran pada permukaan, khususnya pada laut berombak (Sampe, 1990).

#### **II.6.5. Degradasi dan Fotooksidasi**

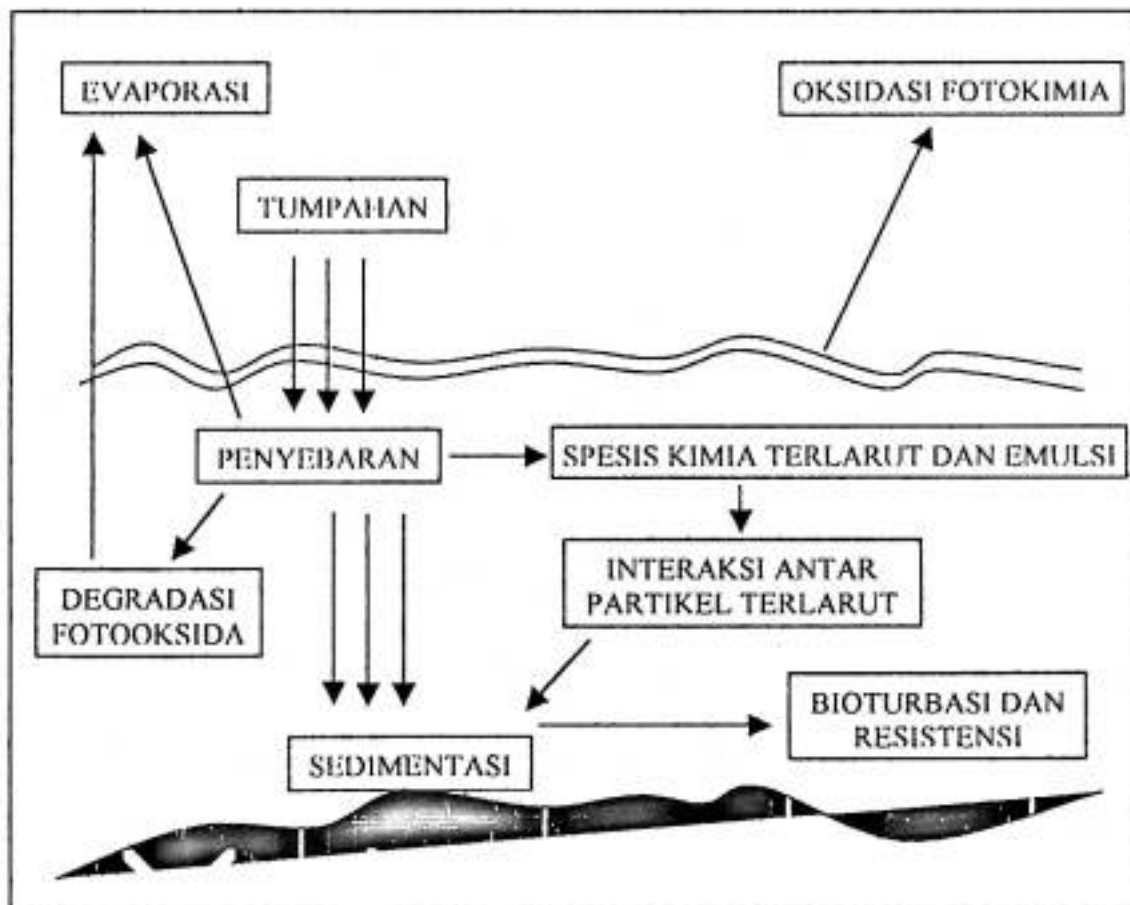
Degradasi atau penguraian minyak bumi dapat terjadi secara fisik, biologi maupun kimia, namun kejadiannya sangat kompleks. Degradasi secara fisik biasanya menyangkut volatil dengan titik didih rendah atau molekul-molekul hidrokarbon yang tidak stabil pada strukturnya namun keberadaan degradasi secara fisik ini sangat kecil pada tumpahan minyak bumi.

Degradasi yang lain adalah proses penguraian oleh mikroorganisme pendegradasi minyak bumi secara biologis yang dikenal dengan biodegradasi. Biodegradasi merupakan proses alami yang sangat penting karena dapat mengurangi pencemaran minyak bumi di perairan. Proses ini berlangsung cukup lama karena mikroorganisme yang mendegradasi minyak bumi tersebut berada pada lapisan antara minyak bumi dan air, sementara luas permukaan minyak bumi pada permukaan air kecil (Richard, 1980).



### II.6.6. Sedimentasi

Minyak bumi yang akan mengalami sedimentasi memerlukan penambahan kerapatan yang cukup untuk turun ke sedimen. Selain itu adanya adsorpsi minyak bumi oleh partikulat perairan juga akan mempercepat proses sedimentasi. Konstituen minyak bumi yang tahan terhadap proses degradasi akan bergabung membentuk suatu gumpalan-gumpalan. Karena air laut sangat dinamis maka gumpalan-gumpalan minyak akan turun ke dasar laut. Kemungkinan lain, dapat juga terbawa ke pantai sehingga di sepanjang pantai akan ditemukan gumpalan-gumpalan minyak dalam bentuk *tarball* (NAS, 1975 dalam Sudirman, 1997).



Gambar 5. Proses Transformasi Minyak Bumi Dalam Lingkungan Laut (NAS, 1995 dan Anis, 1997)

## II.7 Kromatografi Gas

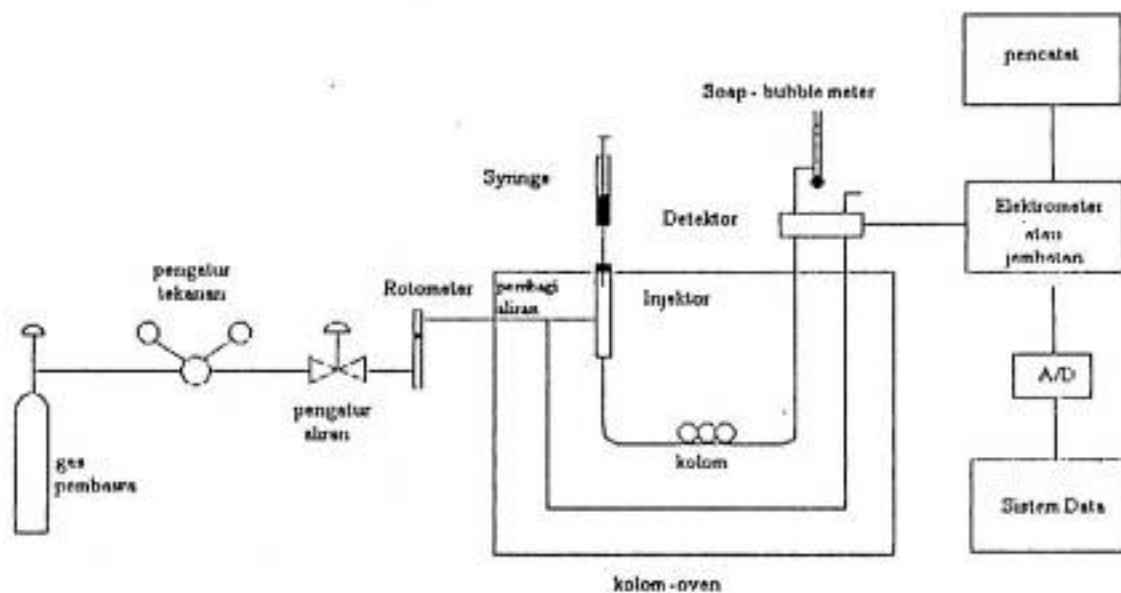
Kromatografi gas adalah suatu metode pemisahan berdasarkan perbedaan sifat fisis dimana campuran suatu senyawa didistribusikan antara dua fase, yaitu fase diam dan fase gerak. Komponen-komponen suatu contoh yang berupa gas didistribusikan antara fase gerak yang berupa gas dan fase diam yang ditempatkan dalam kolom (Gritter, 1991).

Pada kromatografi gas sampel diuapkan dalam gerbang suntik dan selanjutnya mengalami pemisahan fisik di dalam kolom setelah dielusi dengan gas pembawa yang inert. Salah satu sifat penting dari komponen sampel yang dimanfaatkan dalam kromatografi gas adalah kelarutan dan sifat volatilnya. Kecepatan bergerak komponen-komponen tersebut tergantung pada kecenderungannya untuk melarutkan dalam fase cair. Komponen yang memiliki kelarutan yang rendah pada fase cair akan bergerak cepat, sedangkan yang kelarutannya tinggi akan bergerak lebih lambat.

Penggunaan kromatografi gas cair telah dikembangkan di dalam industri minyak bumi dan studi analisis kontaminasi hidrokarbon petroleum di laut. Oleh sebab itu sensitivitas dan resolusinya tinggi, metode ini memungkinkan untuk identifikasi fraksi n-alkana dalam jumlah kecil (ppb) (McNair, 1988).

Prinsip kerja kromatografi gas cair yaitu cuplikan diinjeksi ke dalam injektor. Aliran gas dari gas pembawa akan membawa cuplikan yang teruapkan masuk ke dalam kolom. Kolom akan memisahkan komponen-komponen dari

cuplikan. Kemudian komponen-komponen dideteksi oleh detektor, menghasilkan sinyal yang dikonversi oleh recorder menjadi puncak kromatogram. Komponen campuran dapat diidentifikasi dengan menggunakan waktu retensi ( $t_r$ ). Waktu retensi ini diukur dari jejak recorder dari kromatogram.



Gambar 6. Bagan Peralatan Kromatografi Gas Cair (Skoog, 1996)

Peralatan penting kromatografi gas :

### 1. Gas Pembawa

Gas pembawa ini menyebabkan suatu senyawa bergerak melalui kolom kromatografi gas adalah volalitas senyawa dan aliran gas dalam mL/menit. Pemilihan gas pembawa disesuaikan dengan detektor yang akan digunakan. Gas yang sering digunakan adalah Nitrogen, Helium, Argon, dan Karbon dioksida karena tidak reaktif dan dapat dibeli dalam keadaan



murni dan kering dalam tangki terkemas. Nitrogen biasanya digunakan untuk detektor ionisasi nyala (FID) walaupun gas lain dapat digunakan. Gas pembawa yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Inert, tidak bereaksi dengan contoh, pelarut dan material kolom.
- b. Murni dan mudah diperoleh serta murah.
- c. Sesuai dengan detektor.
- d. Mengurangi difusi gas

## 2. Gerbang Suntik

Sampel dalam bentuk cair diinjeksi ke dalam gerbang suntik dengan perantara sebuah jarum mikro. Volume yang sering diinjeksikan sangat sedikit yaitu sekitar 0,2 – 20  $\mu\text{L}$ . Umumnya temperatur gerbang suntik diatur sampai 50°C di atas suhu didih komponen yang dianalisa. Hal ini dimaksudkan agar penguapan berlangsung cepat. Seluruh cuplikan yang telah diuapkan pada ruang injeksi dibawa ke kolom. Semua kromatografi gas selalu memakai septum karet. Oleh karena itu penyuntikan ke dalam gerbang suntik diperlukan sedikit penekanan pada saat menembuskan jarum suntik pada septum.

## 3. Kolom

Kolom adalah bagian terpenting dari kromatografi gas. Sebab pada bagian inilah terjadi pemisahan komponen-komponen dari campurannya. Kolom dapat terbuat dari gelas, plastik (Teflon), tembaga, baja, aluminium atau fuset silika. Kolom yang terbuat dari gelas biasa digunakan untuk

sampel yang mengandung pestisida atau bahan lain yang secara irreversible dapat bereaksi dengan kolom yang terbuat dari logam.

Ada dua jenis kolom dalam kromatografi gas yaitu kolom kemas dan kolom kapiler. Kolom kemas terdiri atas fase cair yang tersebar pada permukaan penyangga yang inert dan terdapat dalam tabung yang berdiameter 1-3 mm. Fase diam hanya dilapiskan pada penyangga yang menghasilkan fase terikat. Kolom kapilar yang berdiameter jauh lebih kecil (0,02-0,2 mm) dan dinding kapilar bertindak sebagai inert untuk fase diam cair.


#### 4. Termostat Oven

Alat ini berfungsi untuk mengatur temperatur kolom. Pengaturan temperatur kolom pada kromatografi gas sangat penting sebab pemisahan fisik komponen-komponen terjadi di dalam kolom yang sangat dipengaruhi oleh temperatur dalam oven.

#### 5. Detektor

Detektor berfungsi untuk menunjukkan komponen yang keluar dari kolom dan sekaligus mengukur jumlahnya. Suatu detektor dapat dikatakan universal bila memenuhi persyaratan :

- a. sangat sensitif
- b. tingkat kebisingan harus rendah
- c. memberi respon yang lancar
- d. memberi respon pada semua zat

- 
- e. tidak dipengaruhi oleh perubahan kecepatan aliran gas dan perubahan suhu.

Jenis detektor yang mempunyai sifat ini ada dua yaitu Thermal Conductivity Detector (TCD) dan Flame Ionisation Detector (FID).

Sifat dari FID adalah daya hantar listrik berbanding lurus dengan konsentrasi partikel yang bermuatan dalam gas. Pada detektor terjadi pembakaran gas  $H_2$  dengan udara menghasilkan energi. Energi ini digunakan untuk mengionkan komponen-komponen yang terionisasi melepaskan electron menjadi ion-ion positif. Ion-ion positif ini akan tertarik ke katoda (elektroda negatif) sehingga arusnya bertambah, kemudian melalui tekanan menyebabkan selisih tegangan dan kemudian disalurkan melalui amplifier ke rekorder.

## 6. Sistem Pengolahan Data

Sistem pengolahan data dilakukan oleh alat pengolah data atau komputer. Informasi yang diperoleh bisa kualitatif atau kuantitatif. Faktor-faktor yang mempengaruhi analisis antara lain adalah :

- a. Kecepatan gas pembawa, makin cepat aliran gas pembawa makin tajam keluarnya puncak-puncak. Pengecualian untuk detektor Electron Capture Detector (ECD) dimana kepekaan justru menurun dengan naiknya kecepatan aliran gas pembawa.
- b. Suhu, makin tinggi suhu oven makin singkat waktu retensinya,  $\pm 2$  kali tiap kenaikan  $30^\circ C$ . Suhu detektor dan injector harus lebih panas dari oven.

- c. Kecepatan aliran gas bahan bakar (FID). Detektor FID paling peka pada aliran gas H<sub>2</sub> 30 mL per menit dan udara 300 mL per menit. Bila kurang atau lebih kepekaannya akan menurun (Sastrohamidjoyo, 1991).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **III.1. Lokasi Pengambilan Sampel**

Lokasi pengambilan sampel sedimen dilakukan di perairan kepulauan Spermonde yaitu di pulau Lumu-lumu kotamadya Makassar dengan enam stasiun pengambilan pada lokasi yang dianggap bebas dari sumber-sumber antropogenik. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada lampiran 1.

Lokasi ke enam stasiun tersebut adalah :

Stasiun A : terletak di sebelah Timur Pulau Lumu-Lumu

Stasiun B : terletak di sebelah Timur Pulau Lumu-Lumu

Stasiun C : terletak di sebelah Selatan Pulau Lumu-Lumu

Stasiun D : terletak di sebelah Utara Pulau Lumu-Lumu

Stasiun E : terletak di sebelah Barat Pulau Lumu-Lumu

Stasiun F : terletak di sebelah Barat Pulau Lumu-Lumu

#### **III.2. Pengambilan dan Penyiapan Sampel**

Pengambilan sampel sedimen menggunakan alat Phleger core sampler dan dilakukan pada hari Rabu 28 Maret 2001 jam 09.30 – 11.30 Wita. Sampel kemudian dimasukkan dalam pipa paralon dan dibagi atas tiga lapisan dengan panjang masing-masing lapisan 7 cm. Sampel yang dianalisis adalah lapisan 14-21 cm. Selama pengambilan sampel dilakukan tindakan pencegahan terhadap kontaminasi sumber hidrokarbon lain yang tidak diinginkan, seperti minyak pelumas dan bahan bakar dari perahu.



### III.3. Alat-alat yang digunakan

1. Kromatografi Gas Hewlett Packard 5890 MS Series II
2. Kolom Fraksinasi
3. Rotavapor Buchii NS 29,2/32
4. Labu alas bulat tertutup asa 500 mL
5. Kondensor spiral
6. Corong pisah 500 mL
7. Neraca analitik mettler AE-100
8. Pompa vakum wecno 1400
9. Pompa sirkulasi
10. Cawan porselin
11. Desikator
12. Erlenmeyer
13. Kertas saring whatman no. 41
14. Oven
15. Aluminium foil
16. Alat-alat laboratorium yang umum digunakan



### III.4. Bahan-Bahan Yang Digunakan

1. Sampel sedimen
2. Metanol 96 % E.Merck
3. Toluena E.Merck
4. n-Heksana E.Merck
5. Silika gel 70-230 mesh E.Merck
6. Akuades
7. Natrium Sulfat Anhidrat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )
8. Kalium Hidroksida (KOH)

### III.5. Prosedur Analisis

#### III.5.1. Penentuan Kadar Air

Sampel ditimbang sebanyak 10-15 gram dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  dan didinginkan ke dalam desikator. Kemudian cawan yang berisi sedimen ditimbang hingga bobot tetap. Kadar air dapat ditentukan dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$K = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \%$$

Keterangan :

$W_0$  adalah berat contoh basah

$W_1$  adalah berat contoh kering

K adalah kadar air

### *III.5.2. Ekstraksi*

Ekstraksi bahan organik ditentukan melalui ekstraksi dan saponifikasi dalam satu tahap untuk membebaskan ekstrak hidrokarbon dari asam lemak. Dengan saponifikasi, ester-ester dari asam lemak yang mengganggu isolasi hidrokarbon aromatik berubah menjadi garam-garam asam lemak dan alkohol.

Prosedur ekstraksinya sebagai berikut :

- Timbang  $\pm$  70-100 gram sampel sedimen dan masukan ke dalam labu alas bulat 500 mL
- Tambahkan 200 mL KOH – Metanolik 0,5 N dan 100 mL toluen
- Refluks selama 4-5 jam kemudian didiamkan pada suhu kamar.
- Residu dan filtratnya dipisahkan dengan penyaringan dengan menggunakan kertas saring.
- Filtrat dipisahkan dengan corong pisah, lapisan organiknya diambil dan fasa air dicuci dengan toluene sebanyak 3 x 25 mL, kumpulkan lapisan organiknya dan ditambahkan dengan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat, kocok dan biarkan semalam.
- Fasa organik diuapkan pelarutnya dengan alat rotavapor tekanan rendah.
- Ekstrak yang telah diuapkan pelarutnya kemudian ditimbang sebagai berat Ekstrak Bahan Organik (EBO).
- Fraksi Alifatik dipisahkan dari fraksi hidrokarbon total dengan cara fraksinasi.

### *III.5.3. Fraksinasi*

- Pemisahan hidrokarbon aromatik dari ekstrak bahan organik dilakukan dengan menggunakan kolom kromatografi adsorpsi.
- Adsorben yang digunakan adalah silika gel 70-230 mesh dan sebelum digunakan terlebih dahulu dipanaskan dalam oven selama 4 – 5 jam pada suhu 200°C - 250°C Setelah itu didinginkan dalam desikator.
- Adsorben ditambahkan 5% air suling, kemudian dikocok sampai homogen.
- Kolom fraksinasi yang siap digunakan, dibersihkan dari hidrokarbon lain dan pada bagian bawahnya dilapisi dengan gelas wol. Kemudian diisi dengan normal heksana sampai hampir penuh.
- Silika gel kemudian dibuat menjadi bubuk dengan eluen yang akan digunakan dan selanjutnya dimasukkan ke dalam kolom sedikit demi sedikit sampai homogen.
- Dan pada bagian atas silika gel dilapisi kertas saring untuk menyangga sampel.
- Ekstrak bahan organik yang telah dilarutkan dengan 1 mL n-heksane dimasukkan ke dalam kolom dan selanjutnya dielusi dengan n-heksane untuk mendapatkan fraksi alifatik.
- Pemisahan fraksi alifatik dan aromatik dibantu oleh lampu UV, dimana fraksi aromatik akan terlihat berpendar, sedangkan fraksi alifatik tidak.

Setelah pelarutnya diuapkan, masing-masing fraksi ditimbang untuk mengetahui beratnya.

#### **III.5.4. Analisa secara Kromatografi gas Cair kolom Kapiler**

- a. Pembuatan larutan standar  $C_{16}$  dan squalen.
- b. Pengukuran dilakukan dengan alat Kromatografi Gas Hewlett Packard 5890 MS Series II yang dioptimalisasi sebagai berikut.

Jenis kolom : Kolom kapiler OV 101,25 m x 0,33 mm diameter  
dalam

Gas pembawa : Nitrogen 0,55 kg/cm<sup>2</sup>

Udara : 0,2 kg/cm<sup>2</sup>

Program temperatur : Temperatur awal 70 °C – 300 °C Pada kecepatan  
5°/menit.

Temperatur detektor : 300 °C

#### **III.6. Interpretasi Hasil Analisis**

Spektra yang diperoleh dengan menggunakan pembandingan standar eksternal diidentifikasi dan dikualifikasi dengan menggunakan parameter-parameter yang ada. Parameter yang dimaksud adalah CPI (Carbon Preference Index) dan luas puncak UCM (Unresolved Complex Mixture).

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Hasil

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran pada 6 stasiun pengambilan sampel memberikan karakteristik yang berbeda-beda seperti yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Data Pengambilan Sampel Sedimen Tiap-Tiap Stasiun

Stasiun	Kedalaman (m)	Suhu (°C)	Salinitas ‰	Konduktivitas (ohm <sup>-1</sup> )	Jarak dari Tepi (m)	Posisi	
						LS	BT
A	2	29	31	470	100	4° 58,524	119° 13,011
B	2	29	31	470	100	4° 58,524	119° 13,011
C	2	31	34	490	100	4° 58,601	119° 12,817
D	2	30	~	~	100	4° 58,513	119° 12,913
E	2	31	32	490	100	4° 58,517	119° 13,885
F	2	31	32	490	100	4° 58,517	119° 12,885

Ada beberapa parameter yang dapat digunakan dalam menentukan jenis dan sumber dari hidrokarbon pada sedimen diantaranya adalah rasio normal alkana rantai karbon ganjil dan normal alkana rantai karbon genap yang umum dikenal sebagai CPI (Carbon Predominan Index). Parameter lain adalah dengan melihat adanya puncak UCM (Unresolved Complex Mixture) yaitu suatu daerah dengan rentang berat molekul hidrokarbon dalam petrolcum yang sangat kompleks dimana kromatografi gas tidak mampu memisahkan senyawa-senyawa tersebut, bahkan dengan menggunakan alat beresolusi tinggi sekalipun parameter ini ditandai dengan munculnya puncak pada base line kromatogram, yang menunjukkan jenis komponen-komponen yang spesifik dari

hidrokarbon minyak bumi. Luas puncak UCM dapat diukur dengan menggunakan alat planimeter.

Dari hasil gravimetri seperti yang disajikan pada tabel 3 terlihat nilai Ekstrak Bahan Organik (EBO) yang cukup bervariasi dari 131,7 mg/kg sedimen kering sampai 845,8 mg/kg sedimen kering dengan nilai maksimum pada stasiun A dan sebaliknya minimum pada stasiun B

Tabel 3. Hasil gravimetri kandungan sedimen (mg/kg sedimen kering)

Stasiun	EBO	HT	F1	F2	F1/F2	HT/EBO (%)
A	845,80	435,13	377,25	57,88	6,52	51,40
B	131,70	71,85	47,90	23,95	2,00	54,60
C	217,50	123,98	87,40	236,58	2,38	57,00
D	151,40	49,85	21,91	27,94	0,78	32,90
E	353,40	84,59	20,68	63,91	0,32	23,90
F	415,50	210,74	196,82	13,92	14,13	50,70

Seperti halnya nilai EBO nilai hidrokarbon total pun memberikan nilai yang bervariasi yaitu 49,85 mg/kg sedimen – 435,13 mg/kg sedimen kering sehingga rasio HT/EBO juga memberikan nilai yang bervariasi antara 23,9% - 57%

Hasil fraksinasi hidrokarbon dengan kolom kromatografi dari sampel sedimen tersebut menunjukkan konsentrasi fraksi n-alkana dan fraksi aromatik yang bervariasi. Berat fraksi hidrokarbon n-alkana ( $F_1$ ) diperoleh sekitar 20 – 377 mg/kg sedimen kering dan berat fraksi hidrokarbon aromatik ( $F_2$ ) sekitar 23 – 63 mg/kg sedimen kering dengan rasio  $F_1$  dan  $F_2$  antara 0,32 – 14,13

Selanjutnya karakteristik dari masing-masing stasiun sebagai berikut :

#### Stasiun A

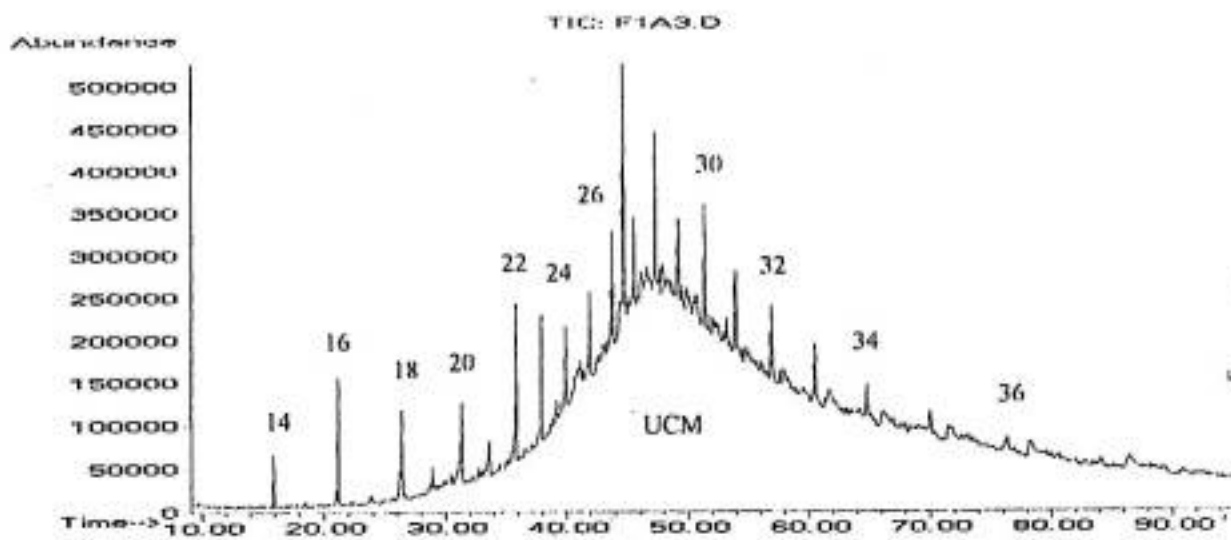
Hasil gravimetri yang disajikan pada tabel 4 menunjukkan konsentrasi bahan organik yang terekstrak dari sedimen adalah 845,8 mg/kg sedimen kering dengan total hidrokarbon 435,13 mg/kg sedimen kering sehingga rasio HT/EBO 51,4 % ini menunjukkan aktifitas mikroba dalam mendegradasi hidrokarbon cukup lemah (Anis, 1997).

Tabel 4. Hasil analisis sedimen pada stasiun A

Parameter	Hasil
EBO (mg/kg sedimen kering)	845,8
HT (mg/kg sedimen kering)	435,13
HT/EBO (%)	51,4
F <sub>1</sub> (mg/kg sedimen kering)	377,25
F <sub>2</sub> (mg/kg sedimen kering)	57,88
F <sub>1</sub> /F <sub>2</sub>	6,52
n – alkana yang ada	C <sub>14</sub> , C <sub>16</sub> – C <sub>36</sub>
CPI	0,92
UCM (cm <sup>2</sup> )	23,4

Hasil analisis fraksi n-alkana dengan kromatografi gas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 memberikan profil kromatogram dengan nilai CPI kurang dari satu parameter ini mengindikasikan bahwa kandungan hidrokarbon pada lapisan ini berasal dari proses pirolitik atau masukan dari hidrokarbon minyak bumi sebagai sumber antropogenik (Anis, 1997).





Gambar 7. Profil kromatogram hidrokarbon pada stasiun A

Fraaksi n-alkana sebesar 377,25 mg/kg sedimen kering dan fraksi aromatik sebanyak 57,88 mg/kg sedimen kering dari hasil fraksinasi dengan kolom kromatografi memberikan rasio  $F_1$  dan  $F_2$  lebih besar dari satu. Rasio  $F_1$  dan  $F_2$  yang lebih besar dari satu bukan karena adanya transformasi hidrokarbon dari proses biogenik tetapi karena kemampuan mikroorganik mendegradasi tidak dapat mengimbangi masukan minyak bumi sebagai sumber hidrokarbon dilapisan/stasiun ini ( Sudirman, 1997 )

Hal ini diperkuat dengan munculnya puncak UCM dengan luas 23,4 cm<sup>2</sup> pada baseline kromatogram yang tidak terelusi sekalipun menggunakan alat beresolusi tinggi. Puncak pada baseline ini yang lebih dikenal sebagai UCM merupakan komponen spesifik minyak bumi. Dengan demikian sedimen di stasiun ini menunjukkan adanya pengaruh residu minyak bumi sebagai sumber hidrokarbon.

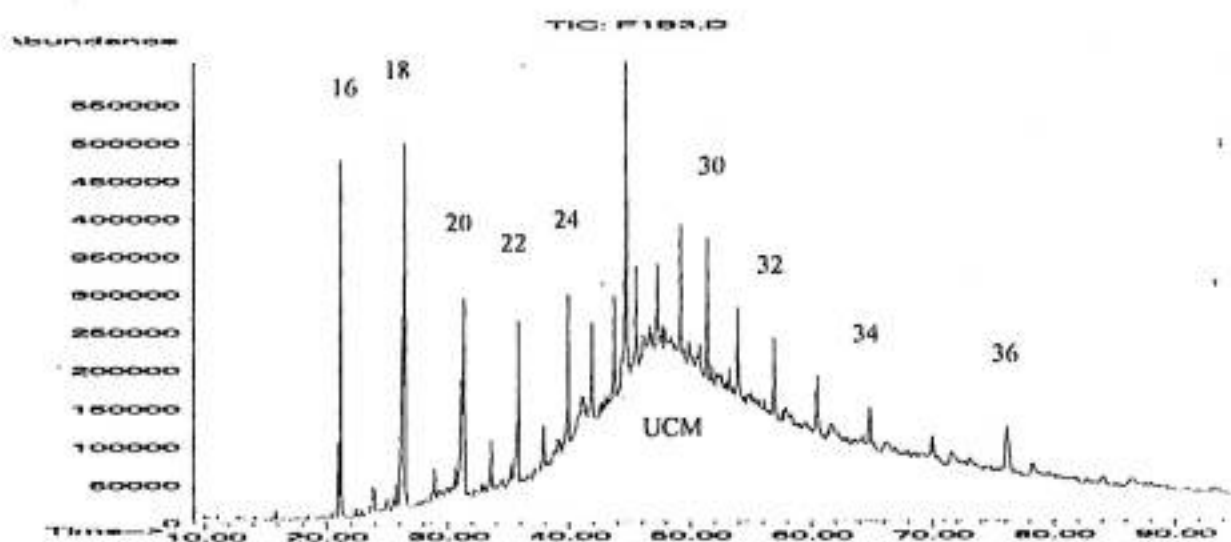
## Stasiun B

Pada tabel 5 terlihat konsentrasi bahan organik yang terekstrak dari sedimen di stasiun B sebesar 131,7 mg/kg sedimen kering dan total hidrokarbon adalah 71,85 mg/kg sedimen kering dengan rasio HT/EBO sebesar 54,6 %. Ini menunjukkan aktivitas mikroba dalam mendegradasi hidrokarbon terbilang lemah.

Tabel 5. Hasil analisis sedimen pada stasiun B

Parameter	Hasil
EBO (mg/kg sedimen kering)	131,7
HT (mg/kg sedimen kering)	71,85
HT/EBO (%)	54,6
F <sub>1</sub> (mg/kg sedimen kering)	47,9
F <sub>2</sub> (mg/kg sedimen kering)	23,95
F <sub>1</sub> /F <sub>2</sub>	2
n – alkana yang ada	C <sub>16</sub> – C <sub>36</sub>
CPI	0,89
UCM (cm <sup>2</sup> )	20

Hasil fraksinasi hidrokarbon menghasilkan n-alkana F<sub>1</sub> sebesar 47,9 mg/kg sedimen kering dan fraksi aromatik sebanyak 23,95 mg/kg sedimen kering dengan rasio F<sub>1</sub>/F<sub>2</sub> lebih besar dari satu. Besarnya nilai rasio F<sub>1</sub>/F<sub>2</sub> bukan karena adanya transformasi hidrokarbon dari proses biogenik tetapi kemampuan mikroorganisme mendegradasi tidak dapat mengimbangi masukan minyak bumi sebagai sumber hidrokarbon di stasiun ini. Munculnya puncak dengan luas 20 cm<sup>2</sup> pada baseline kromatogram menguatkan fakta bahwa kandungan hidrokarbon berasal dari minyak bumi sebagai sumber antropogenik.



Gambar 8. Profil kromatogram Hidrokarbon pada stasiun B

Dengan demikian sedimen pada stasiun ini menunjukkan pengaruh residu minyak bumi sebagai sumber hidrokarbon yang didukung oleh nilai CPI yang kurang dari satu.

### Stasiun C

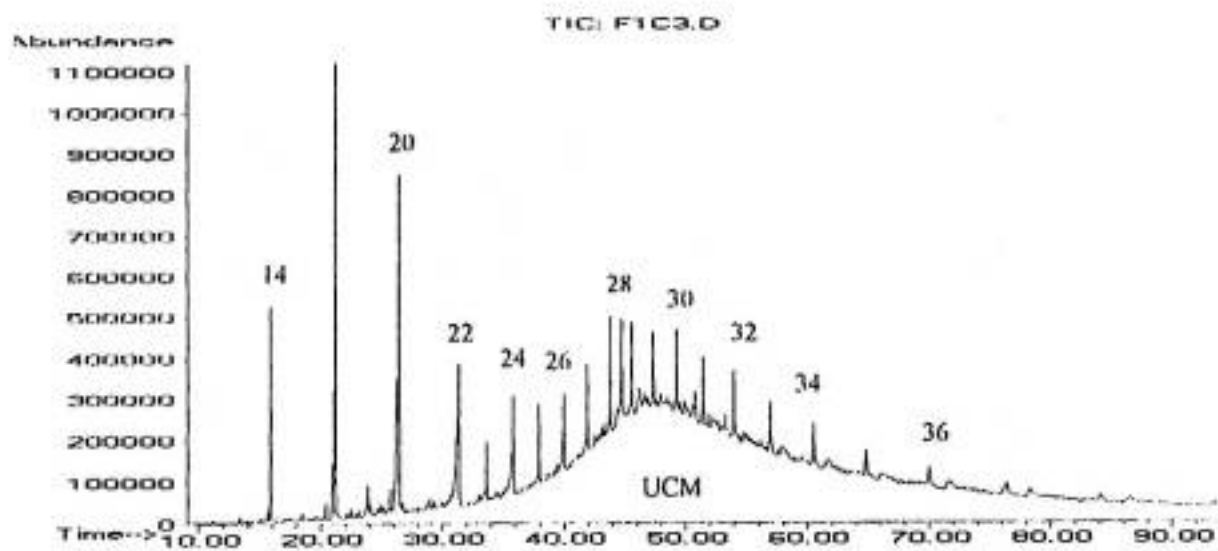
Dari hasil gravimetri yang disajikan pada tabel dibawah ini

Tabel 6. Hasil analisis sedimen pada stasiun C.

Parameter	Hasil
EBO (mg/kg sedimen kering)	217,5
HT (mg/kg sedimen kering)	123,98
HT/EBO (%)	57
F <sub>1</sub> (mg/kg sedimen kering)	87,4
F <sub>2</sub> (mg/kg sedimen kering)	36,58
F <sub>1</sub> /F <sub>2</sub>	2,38
N - alkana yang ada	C <sub>14</sub> , C <sub>16</sub> , C <sub>18</sub> , C <sub>20</sub> - C <sub>16</sub>
CPI	0,83
UCM (cm <sup>2</sup> )	16,8

Diperoleh sebesar 217,5 mg/kg sedimen kering. Sedangkan jumlah hidrokarbon total adalah 123,98 mg/kg sedimen kering dengan rasio HT/EBO sebanyak 57 %. Ini menunjukkan separuh hidrokarbon yang ada dapat didegradasi oleh mikroorganisme (Anis, 1997).

Hasil fraksinasi dengan kolom kromatografi memberikan fraksi n-alkana sebanyak 87,4 mg/kg sedimen kering dan fraksi aromatik sebanyak 36,58 mg/kg sedimen kering dengan rasio  $F_1/F_2$  lebih besar dari satu. Hasil tersebut mengindikasikan adanya transformasi hidrokarbon dari proses biogenik.



Gambar 9. Profil kromatogram hidrokarbon pada stasiun C

Hasil analisis fraksi n-alkana dengan kromatografi gas memberikan profil kromatogram yang menunjukkan adanya berbagai sumber hidrokarbon yang mungkin sebaliknya penonjolan jumlah atom karbon genap dibanding karbon ganjil antara n - C<sub>25</sub> sampai n - C<sub>35</sub>, CPI = 0,83 pada lapisan ini mengindikasikan bahwa hidrokarbon tersebut

berasal dari petroleum (Farrington and Tripp, 1977). Adanya puncak UCM dengan luas  $16,8 \text{ cm}^2$  menguatkan indikasi bahwa hidrokarbon yang ada berasal dari proses pirolitik atau adanya masukan minyak bumi sebagai sumber antropogenik.

#### Stasiun D

Tabel 7 menunjukkan bahwa besarnya konsentrasi bahan organik yang terekstrak dari sedimen di stasiun D sebanyak  $151,4 \text{ mg/kg}$  sedimen kering. Hidrokarbon total sebanyak  $49,85 \text{ mg/kg}$  sedimen kering sehingga rasio HT/EBO sebesar  $32,9 \%$ . Ini menandakan mikroorganisme di lapisan ini cukup aktif dalam mendegradasi hidrokarbon yang ada.

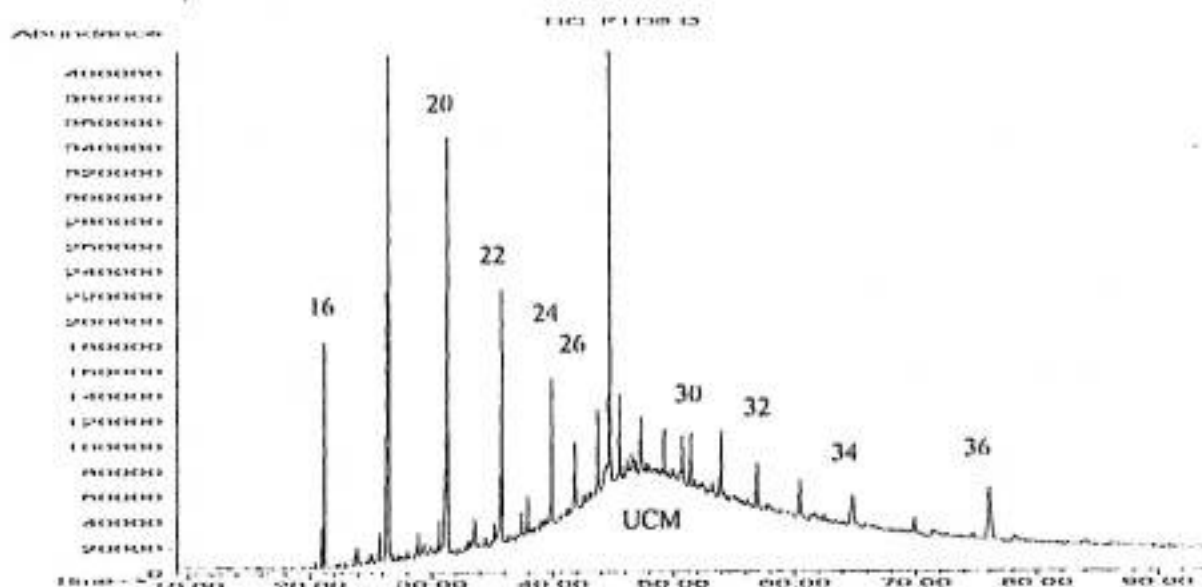
Tabel 7. Hasil analisis sedimen pada stasiun D.

Parameter	Hasil
EBO (mg/kg sedimen kering)	151,4
HT (mg/kg sedimen kering)	49,85
HT/EBO (%)	32,9
F <sub>1</sub> (mg/kg sedimen kering)	21,91
F <sub>2</sub> (mg/kg sedimen kering)	27,94
F <sub>1</sub> /F <sub>2</sub>	0,78
N – alkana yang ada	C <sub>16</sub> , C <sub>18</sub> , C <sub>20</sub> – C <sub>36</sub>
CPI	0,58
UCM (cm <sup>2</sup> )	10,5

Dari hasil fraksinasi di peroleh senyawa n-alkana sebanyak  $21,91 \text{ mg/kg}$  sedimen kering dan senyawa aromatik sebanyak  $27,94 \text{ mg/kg}$  ke sedimen kering di rasio F<sub>1</sub> dan F<sub>2</sub> sebesar  $0,78$ . Ini menunjukkan transformasi hidrokarbon yang berasal dari sumber pirolitik atau karena adanya masukan minyak bumi sebagai sumber antropogenik.



Hasil analisis n-alkana dengan menggunakan kromatografi gas memberikan profil kromatogram (Gambar 10) dengan nilai CPI yang lebih kecil dari satu dan luas UCM sebesar 10,2 cm<sup>2</sup>.



Gambar 10. Profil kromatogram hidrokarbon pada stasiun D.

Nilai CPI yang kurang dari satu dan tingginya puncak UCM mengindikasikan bahwa hidrokarbon yang ada berasal dari sumber antropogenik.

### Stasiun E

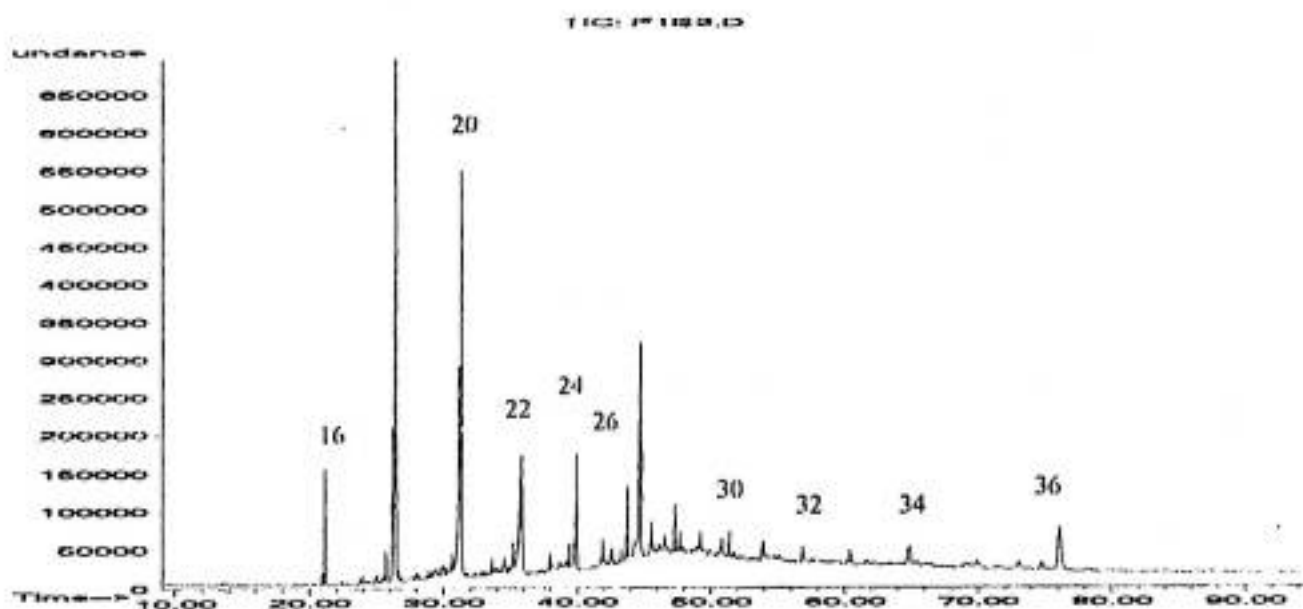
Dari hasil gravimetri yang disajikan pada tabel di bawah ini

Tabel 8. Hasil analisis sedimen pada stasiun E

Parameter	Hasil
EBO (mg/kg sedimen kering)	353,4
HT (mg/kg sedimen kering)	84,59
HT/EBO (%)	23,9
F <sub>1</sub> (mg/kg sedimen kering)	20,68
F <sub>2</sub> (mg/kg sedimen kering)	63,91
F <sub>1</sub> /F <sub>2</sub>	0,32
n - alkana yang ada	C <sub>16</sub> , C <sub>18</sub> , C <sub>20</sub> , C <sub>22</sub> , C <sub>24</sub> - C <sub>32</sub> , C <sub>34</sub> , C <sub>36</sub>
CPI	0,50
UCM (cm <sup>2</sup> )	6,2

diperoleh konsentrasi bahan organik yang terekstrak (tabel 8) sebesar 353,4 mg/kg sedimen kering dengan total hidrokarbon sebesar 84,59 mg/kg sedimen kering sehingga rasio HT/EBO 23,9 %. Ini mengindikasikan kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi hidrokarbon cukup kuat.

Fraksi n-alkana dan aromatik yang di peroleh sebesar 20,68 mg/kg sedimen kering dan 63,91 mg/kg sedimen kering sehingga rasio  $F_1/F_2$  sebesar 0,32. Nilai  $F_1/F_2$  yang kurang dari satu ini mengindikasikan transformasi hidrokarbon yang berasal dari sumber pirolitik atau karena adanya masukan minyak bumi sebagai sumber antropogenik.



Gambar 11. profil kromatogram hidrokarbon pada stasiun E

Hal tersebut didukung oleh nilai CPI yang kurang dari satu serta munculnya puncak UCM dengan luas 6,2 cm<sup>2</sup> menguatkan indikasi bahwa pada sedimen terdapat pengaruh residu minyak bumi sebagai sumber hidrokarbon.

## Stasiun F

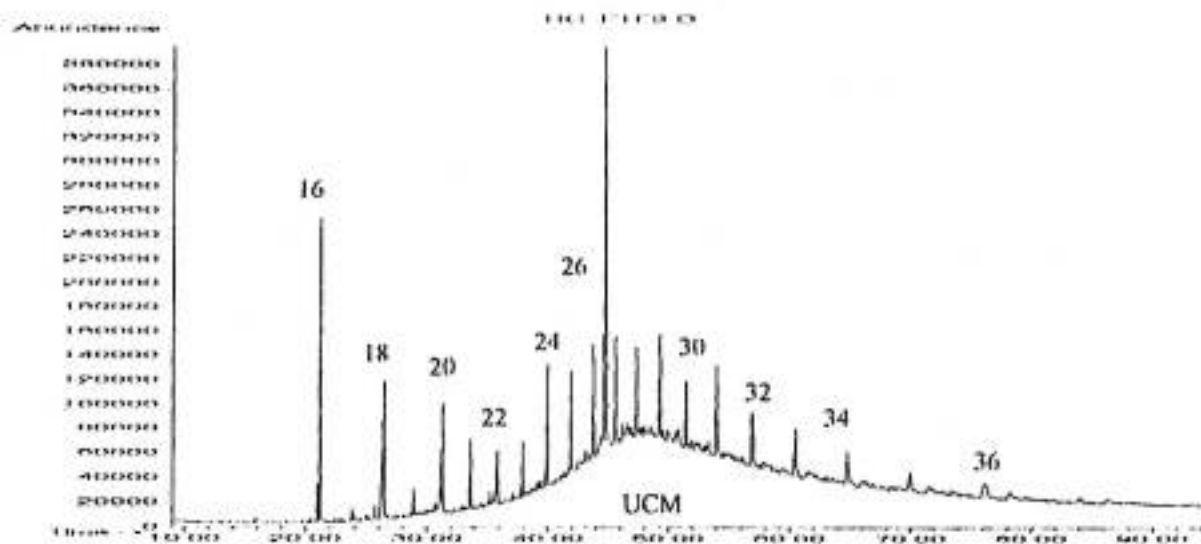
Dari hasil gravimetri seperti yang di sajikan pada tabel 9 terlihat konsentrasi bahan organik yang terekstrak sebesar 415,5 mg/kg sedimen dengan total hidrokarbon 210,74 mg/kg sedimen kering sehingga rasio HT terhadap EBO sebesar 50,7 %. Ini mengindikasikan separuh hidrokarbon yang ada dapat didegradasi oleh mikroorganisme.

Tabel 9. Hasil analisis sedimen pada stasiun F

Parameter	Hasil
EBO (mg/kg sedimen kering)	415,5
HT (mg/kg sedimen kering)	210,74
HT/EBO (%)	50,7
F <sub>1</sub> (mg/kg sedimen kering)	196,82
F <sub>2</sub> (mg/kg sedimen kering)	13,92
F <sub>1</sub> /F <sub>2</sub>	14,13
n - alkana yang ada	C <sub>16</sub> , C <sub>18</sub> - C <sub>36</sub>
CPI	0,95
UCM (cm <sup>2</sup> )	14,6

Fraksi n-alkana dan aromatik yang diperoleh berturut-turut 196,82 mg/kg sedimen kering dan 13,92 mg/kg sedimen kering sehingga rasio F<sub>1</sub> terhadap F<sub>2</sub> lebih besar dari satu. Besarnya nilai rasio F<sub>1</sub> terhadap F<sub>2</sub> bukan karena adanya transformasi hidrokarbon dari proses biogenik, tetapi mungkin di sebabkan oleh kemampuan mikroorganisme yang tidak dapat mengimbangi masukan minyak bumi sebagai sumber hidrokarbon dilapisan ini.





Gambar 12. Profil kromatogram hidrokarbon pada sedimen F.

Hal ini didukung oleh nilai CPI yang kurang dari satu dan munculnya puncak UCM dengan luas  $14,6 \text{ cm}^2$  menguatkan indikasi adanya pengaruh residu minyak bumi sebagai sumber hidrokarbon.

#### IV.2. Pembahasan Umum

Dalam menentukan jenis dan asal hidrokarbon dapat digunakan beberapa parameter hasil analisis kromatografi gas, parameter tersebut antara lain nilai CPI (Carbon Preference Index) yang menggambarkan rasio normal alkana dengan rantai karbon ganjil terhadap normal alkana rantai karbon genap dan parameter yang kedua adalah adanya daerah UCM (Unresolved Complex Mixture) yaitu daerah dengan panjang rentang berat molekul hidrokarbon dalam petroleum yang sangat kompleks dimana kromatografi gas tidak mampu memisahkan senyawa-senyawa tersebut, bahkan dengan menggunakan alat beresolusi tinggi sekalipun. Parameter ini ditandai

dengan munculnya puncak pada baseline kromatogram yang menunjukkan jenis komponen-komponen yang spesifik dari hidrokarbon minyak bumi. Luas puncak UCM dapat ditentukan dengan alat planimeter.

Perhitungan nilai CPI (Carbon Preference Index) menggunakan rumus (Farrington and Tripp, 1977).

$$CPI = \frac{2(C_{25} + C_{27} + C_{29} + C_{31} + C_{33} + C_{35})}{C_{24} + 2(C_{26} + C_{28} + C_{30} + C_{32} + C_{34}) + C_{36}}$$

Nilai CPI yang kurang dari satu atau mendekati satu mengindikasikan hidrokarbon tersebut bersumber dari minyak bumi dan sebaliknya CPI dengan nilai besar dari satu menandakan hidrokarbon tersebut berasal dari sumber biogenik.

Selain kedua parameter diatas hasil analisa gravimetri dapat pula digunakan dalam menentukan asal hidrokarbon dari setiap stasiun pengambilan sampel. Parameter yang digunakan adalah perbandingan berat fraksi normal alkana terhadap berat fraksi aromatik ( $F_1/F_2$ ). Nilai  $F_1/F_2$  yang lebih kecil dari satu menandakan sedimen tersebut telah terkontaminasi oleh minyak bumi dan sebaliknya jika rasio tersebut lebih besar dari satu mengindikasikan hidrokarbon yang bersangkutan berasal dari sumber biogenik (Marchand dan Roucache, 1981 dalam Jawahir).

Dari hasil analisis kromatogram yang diperoleh dari CPI semuanya kurang dari satu. Ini menandakan bahwa sedimen pada kepekaan Spermonde telah terkontaminasi oleh hidrokarbon yang bersumber dari antropogenik. Hal ini didukung oleh munculnya puncak UCM yang menunjukkan jenis-jenis komponen-komponen yang spesifik dari

hidrokarbon minyak bumi. UCM dengan puncak paling luas pada stasiun A = 23,4 cm<sup>2</sup> dan terkecil pada stasiun E yaitu 6,2 cm<sup>2</sup>.

Hasil gravimetri pada tabel 3 menunjukkan fraksi n-alkana yang bervariasi 20,68-377,25 mg/kg sedimen sehingga rasio  $F_1/F_2$  pun bervariasi juga. Adanya nilai perbandingan fraksi normal alkana dan fraksi aromatik yang lebih besar dari satu bukan menandakan adanya transformasi hidrokarbon dari proses biogenik akan tetapi kemungkinan disebabkan oleh kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi tidak dapat mengimbangi masukan minyak bumi sebagai sumber hidrokarbon di lapisan sedimen tersebut (Sudirman, 1997).

Dari hasil analisis kromatogram, diperoleh nilai CPI kurang dari satu ini berarti bahwa sedimen di kepulauan Spermonde khususnya pulau lumu-lumu telah dipengaruhi oleh hidrokarbon yang bersumber dari antropogenik. Hal ini dapat dimaklumi karena berdasarkan hasil penelitian Lemigas dan CNEXO 1982, selat Makassar sangat potensial menerima sejumlah besar tumpahan minyak akibat peranannya sebagai jalur transportasi minyak mentah. Disamping itu selat Makassar berhadapan langsung dengan kilang minyak dipantai Kalimantan Timur. Diperkirakan aktifitas pada kilang tersebut punya andil dalam meningkatkan hidrokarbon antropogenik di selat Makassar. Ini didukung oleh munculnya UCM dengan luas puncak yang relatif tinggi.

Dari beberapa parameter diatas dapat disimpulkan bahwa sedimen pada pantai pulau Lumu-Lumu kepulauan Spermonde telah terkontaminasi oleh hidrokarbon minyak bumi sebagai sumber antropogenik. Sedimentasi minyak bumi terjadi karena banyak

komponen minyak bumi termasuk normal alkana yang tidak larut dalam air membentuk emulsi sehingga menjadi berat dan turun ke sedimen (Moor,1976)

## BAB V PENUTUP

### V.1. Kesimpulan

1. Dalam sedimen pantai pulau Lamu-Lamu Kepulauan Spermonde terdapat jenis normal alkana dengan rentang  $C_{14} - C_{36}$ .
2. Hidrokarbon normal alkana terdistribusi hampir merata dengan nilai CPI yang kurang dari satu (0,50 – 0,95), disertai dengan keberadaan hidrokarbon normal alkana yang tidak dapat dipisahkan meskipun dengan alat beresolusi tinggi. Luas UCM antara 6,2 – 23,4  $cm^2$ . Parameter diatas menandakan hidrokarbon yang ada bukan dari sumber biogenik.

### V.2. Saran

Hendaknya dilakukan analisis hidrokarbon berdasarkan ukuran sedimen dan vegetasi yang ada di lingkungan perairan.

## DAFTAR PUSTAKA

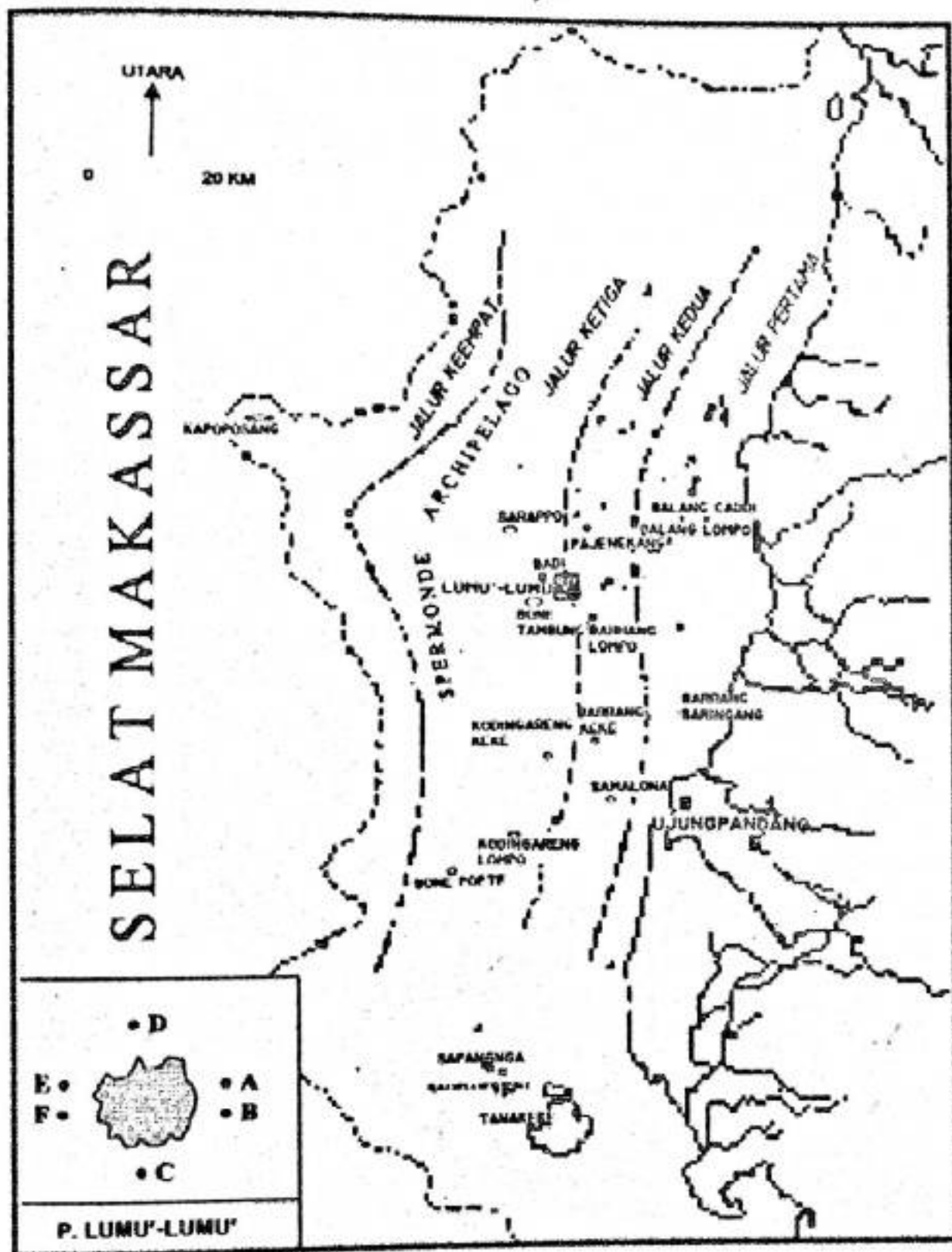
1. Anis, M., *Analisis Hidrokarbon pada Sedimen Lamun di Pulau Barrang Lompo Propinsi Sulawesi Selatan*, Jurusan Kimia FMIPA Unhas, Ujung Pandang, 1997.
2. Blumer, M., M. Erhardt and J.H. Jones, *The Environment Forfe of Stranded Crude Oil*, Deep Sea Res. 1973.
3. Butler, G.C. *Principles Ecotoxicology*. John Willey and Son, Inc. New York, 1978.
4. Farrington, J.W., Jhon M. Tead, and Patrik L. Parker, *Petroleum Hidrokarbon*, 1970.
5. Fessenden, R.J., and Joan S. Fessenden, *Kimia Organik*. Jilid I, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga, JKT. 1989.
6. Gritter, Roy J. Bobitt, James M., and Schwarting, Arthur *Pengantar Kromatografi*, Edisi kedua, Penerbit ITB, Bandung. 1991.
7. Hutabarat, Sahala dan Stewart M. Evans, *Pengantar Oseanografi*. UI Pres, Jakarta. 1985.
8. Intergovernmental Oceanographic Commission in Manuals and Guides. *The determination of Petroleum Hydrocarbon in sedimens*. Unesco. 1982
9. Jawahir, B., *Studi Pencemaran Hidrokarbon di sekitar Pantai Langga (Selat Makassar) Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan*, Thesis Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang. 1993.
10. LEMIGAS dan CNEXO. *Occurrence of Tar Pollution Along Shore in Indonesia*. 1982.
11. National Academy of Sciences, *Petroleum in Marine Environment*, Washington DC, 1975.
12. Nontji, A. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan, Jakarta, 1987.
13. Noor, A, Mille, G. *Evaluasi dan distribusi n-alkana Antara Dua Musim Dalam Sedimen Permukaan Pantai Ujung Pandang*. Laporan Hasil Penelitian kooperatif antara Universitas Hasanuddin - Indonesia Dengan Universitas Aiks-Marseille 3-Perancis, 1987.
14. Noor, A., Mille, G. *Some Analytical Aspect of Natural Hydrocarbon in Marine sediment Makalah Sub Regional UNESCO*, Surabaya, 1987.

15. Rismawaty Sikanna, *Karakterisasi Hidrokarbon Hasil Degradasi Minyak Bumi dengan Biokatalisator UH-1 pada Perairan Mangrove secara In Vitro*. Tesis Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2000.
16. Sastrohamidjoyo DR. Hardjono. *Kromatografi*. Penerbit Liberty Yogyakarta, 1991.
17. Sulfikar, *Distribusi Hidrokarbon n-Alkana pada Sedimen Permukaan Pantai Langga Kabupaten Pinrang*, Skripsi Universitas Hasanuddin, 1993.
18. Sloan, N.A. *Berbagai Dampak Minyak Terhadap Sumber Daya Laut suatu Tinjauan Pustaka dan Seluruh Dunia yang Relevan bagi Indonesia*. Untuk Proyek Environmental Manajemen Indonesia dan Kantor Menteri Lingkungan Hidup, 1993.
19. Sudirman. *Karakteristik Hidrokarbon Normal Alkana pada Sedimen Permukaan Pantai Biringkassi Kabupaten Pangkep*. Skripsi Universitas Hasanuddin, 1997.
20. Trigunarso, Heru. *Analisis Hidrokarbon n-alkana pada Sedimen Pantai Laut Dangkal Permukaan Kab. Barru*. Skripsi universitas Hasanuddin, 1999.
21. Wood, M.S. *Subtidal Ekology*. Edward Arnold Pty, Limited, Australia, 1987.

# Lampiran

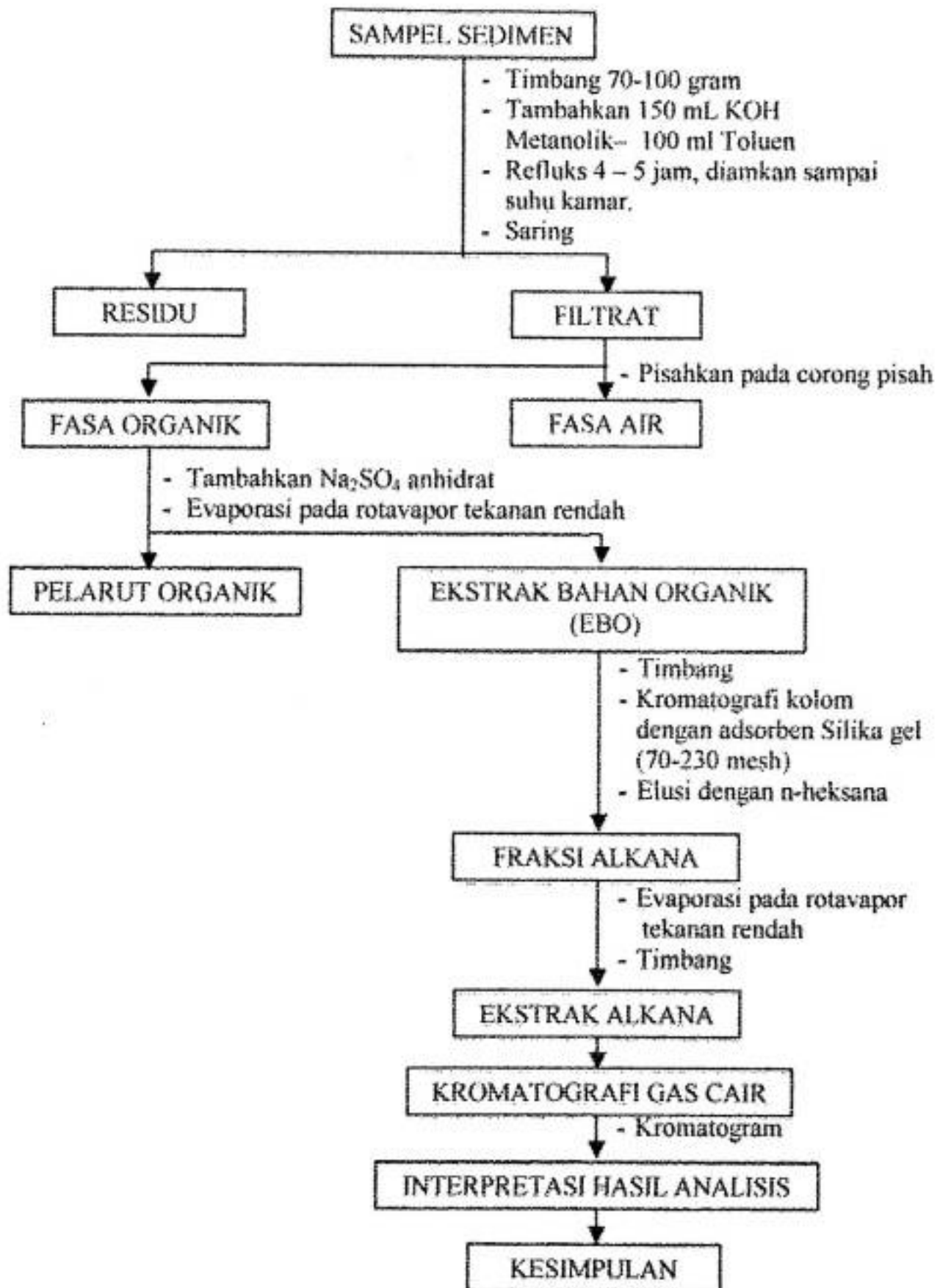


Lampiran 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

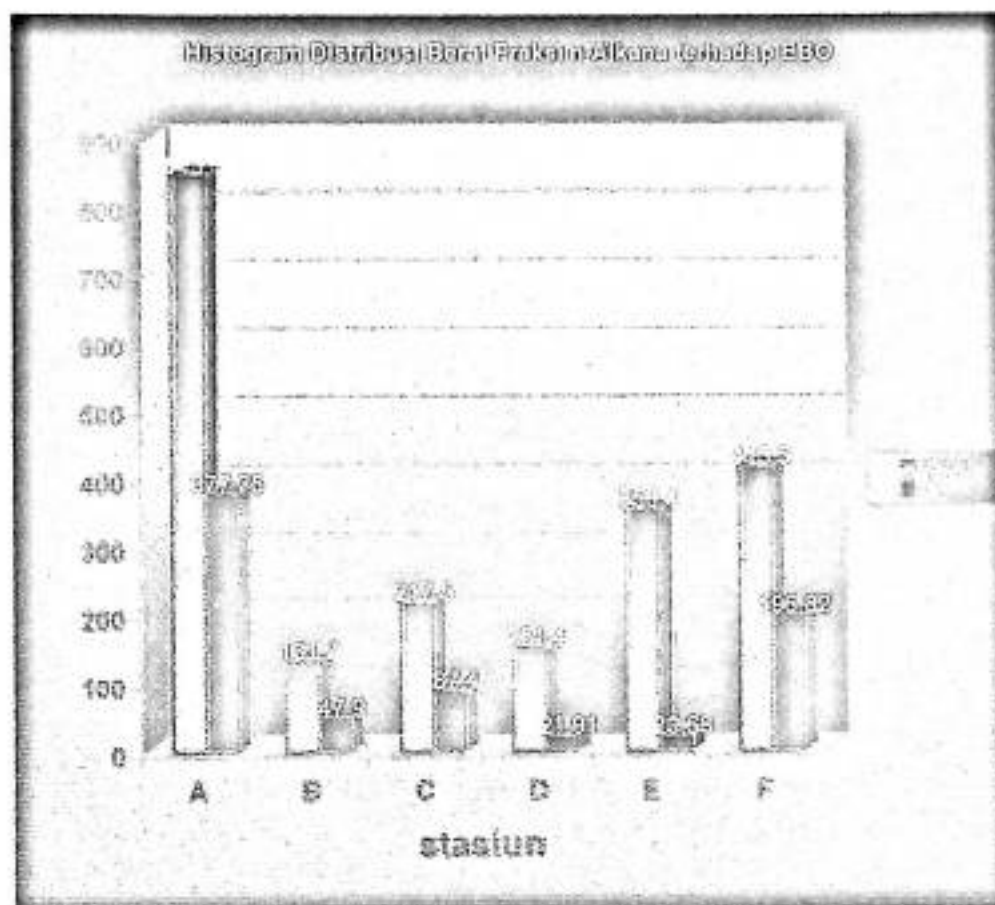




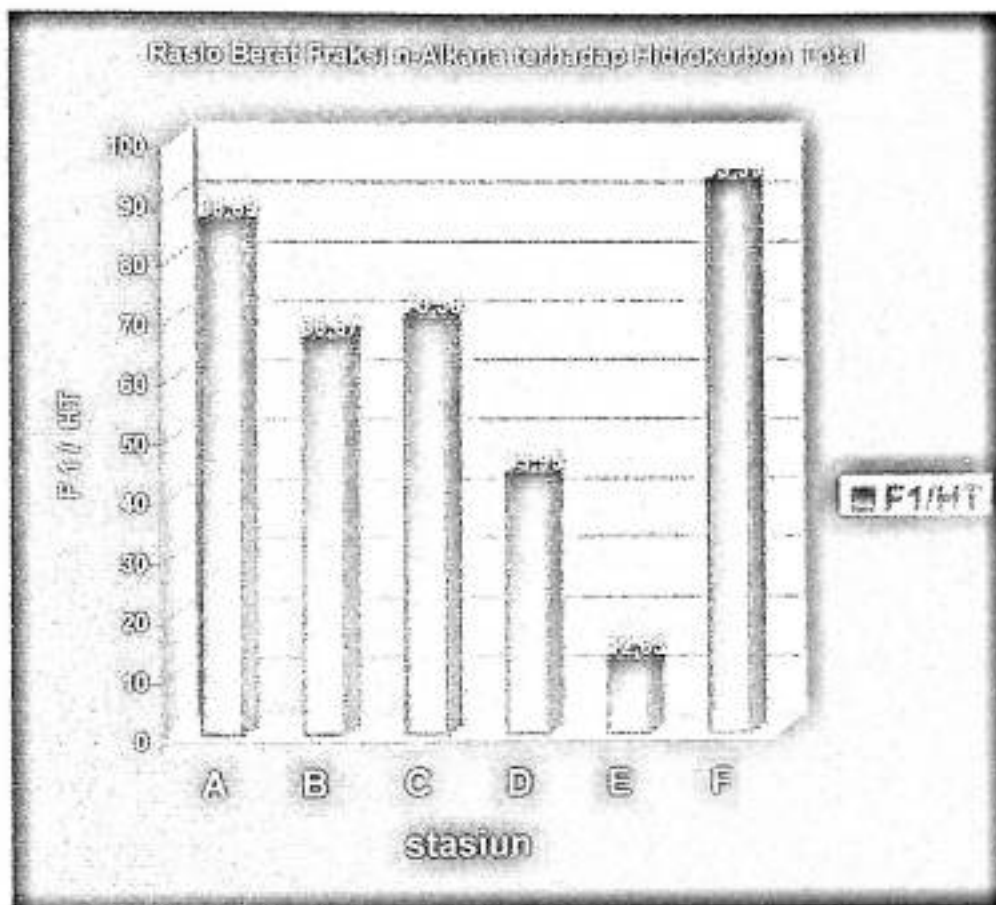
## Lampiran 2. Skema Kerja Penelitian



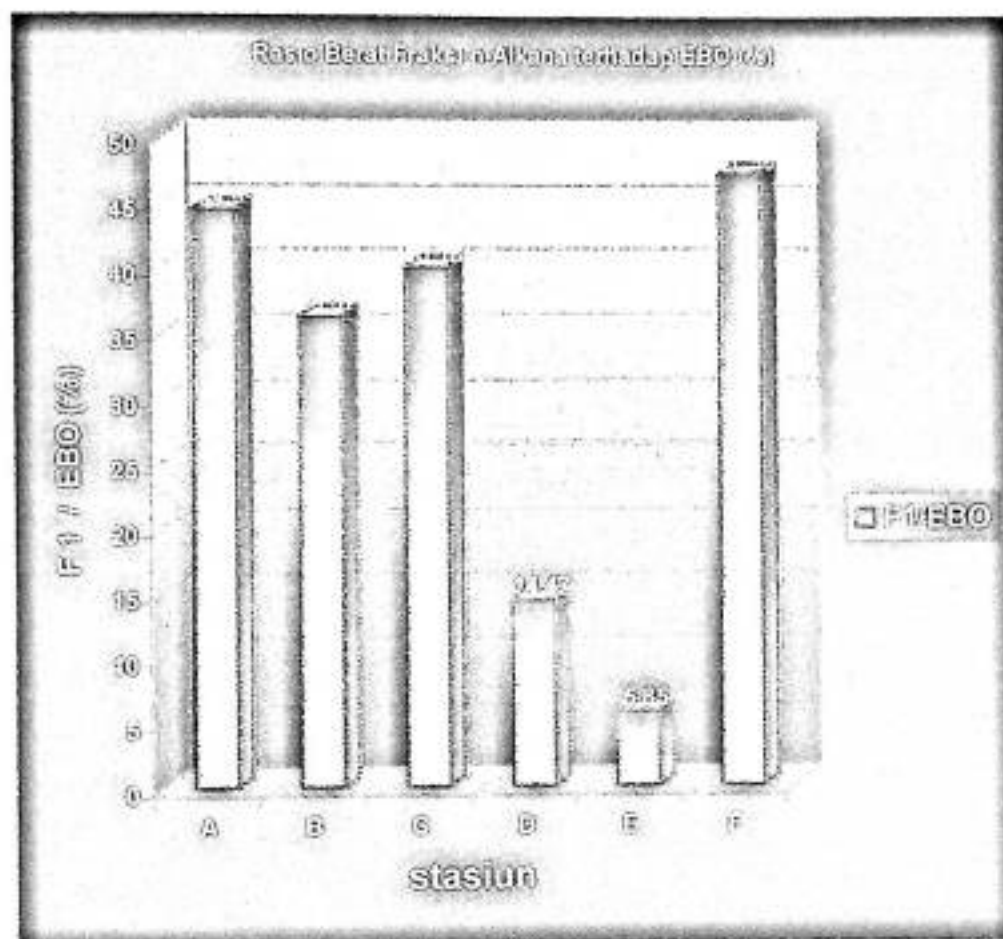
### Lampiran 3. Histogram Distribusi Berat Fraksi n-Alkana Terhadap EBO



**Lampiran 4. Histogram Rasio Berat Fraksi n-Alkana Terhadap Hidrokarbon Total**

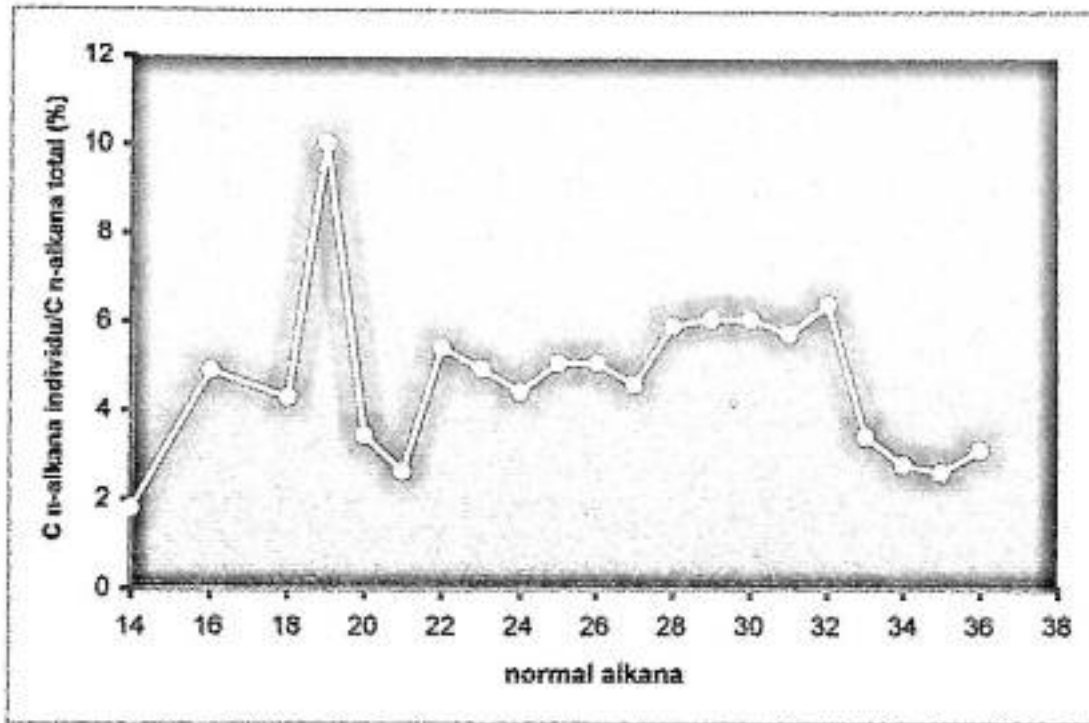


Lampiran 5. Histogram Rasio Berat Fraksi n-Alkana Terhadap EBO (%)

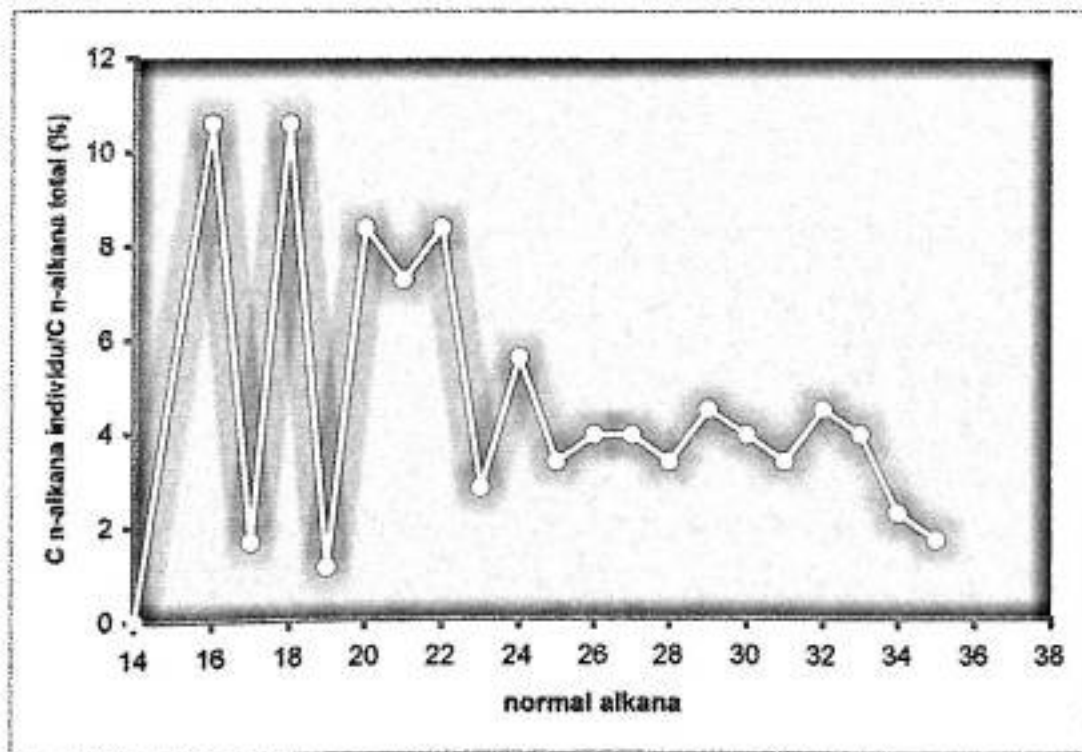


**Lampiran 6**

**Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu/n-Alkana Total pada Stasiun A**

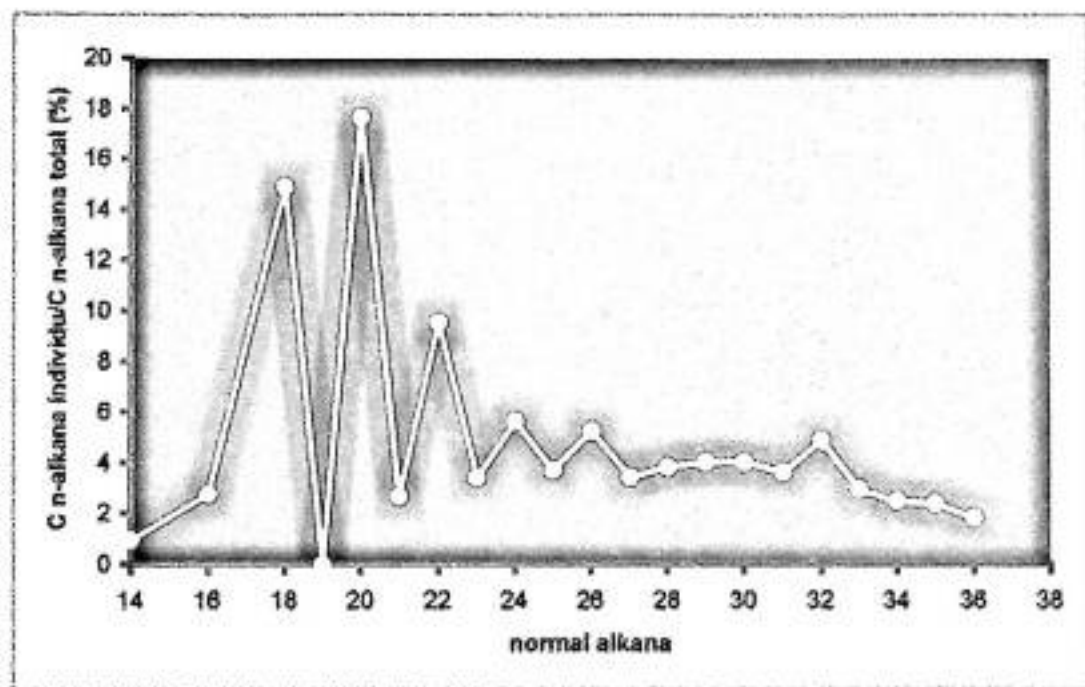


**Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu/n-Alkana Total pada Stasiun B**

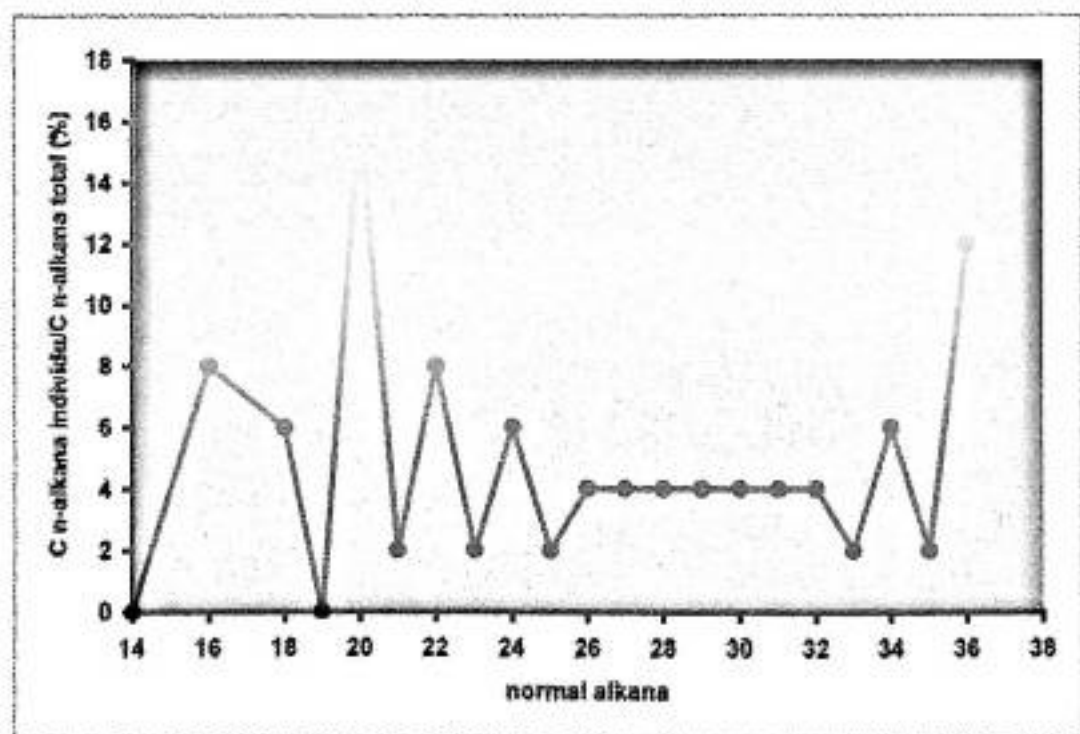


## Lampiran 7

Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu/n-Alkana Total pada Stasiun C

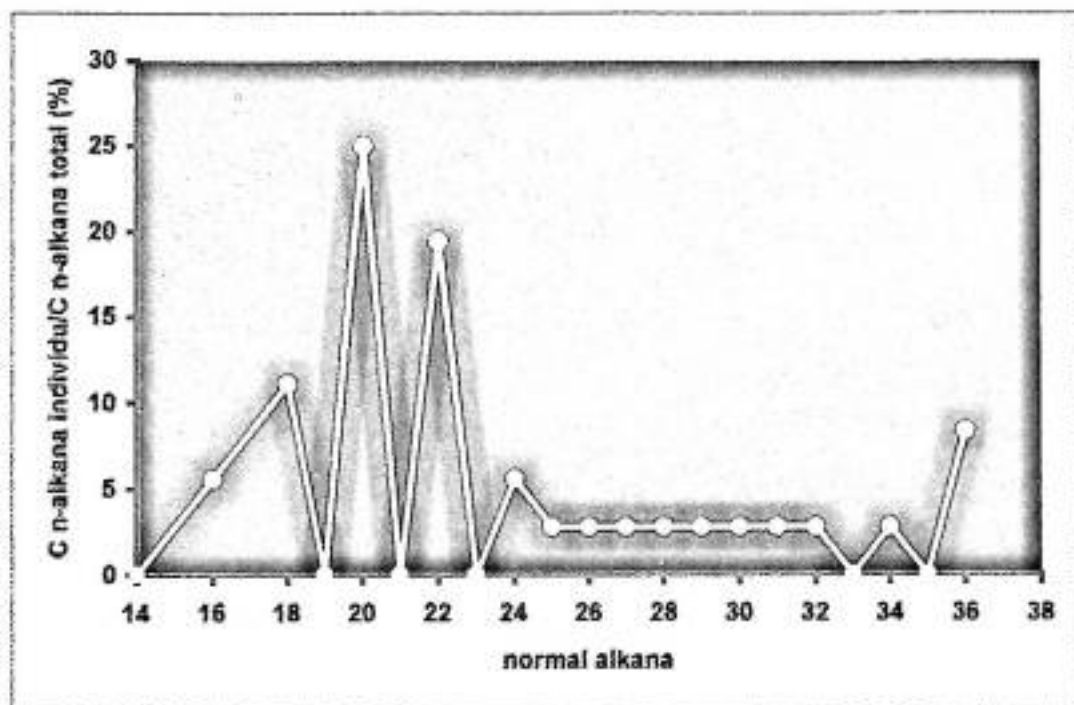


Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu/n-Alkana Total pada Stasiun D

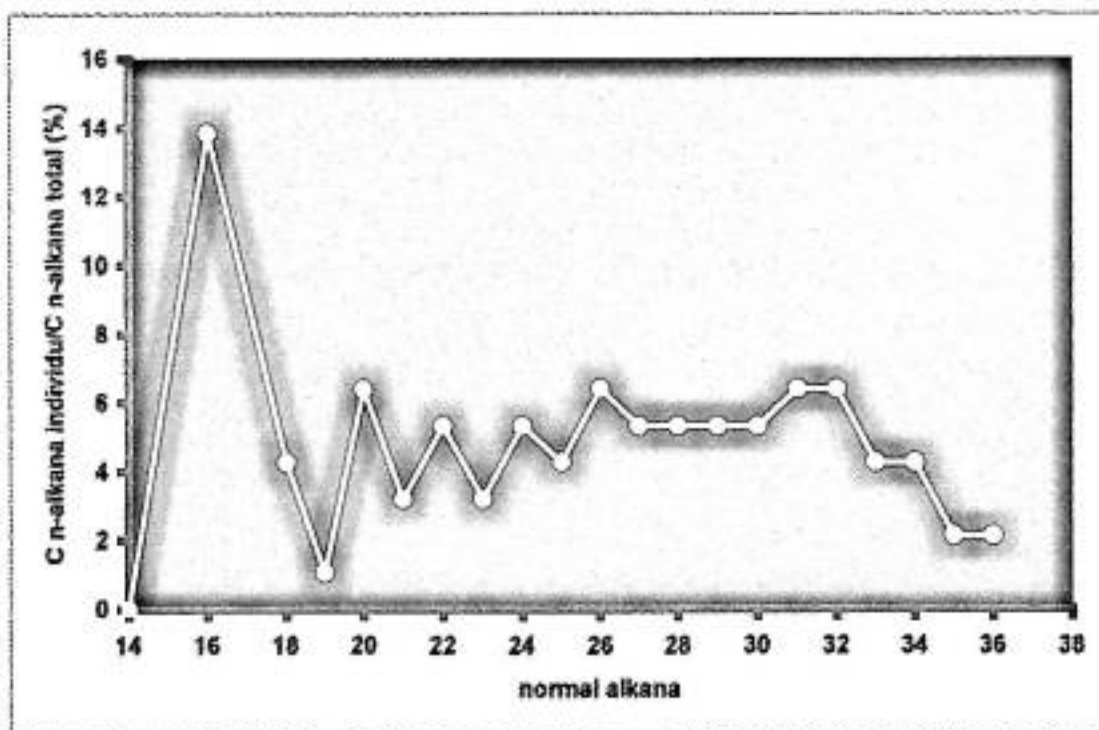


## Lampiran 8

Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu/n-Alkana Total pada Stasiun E

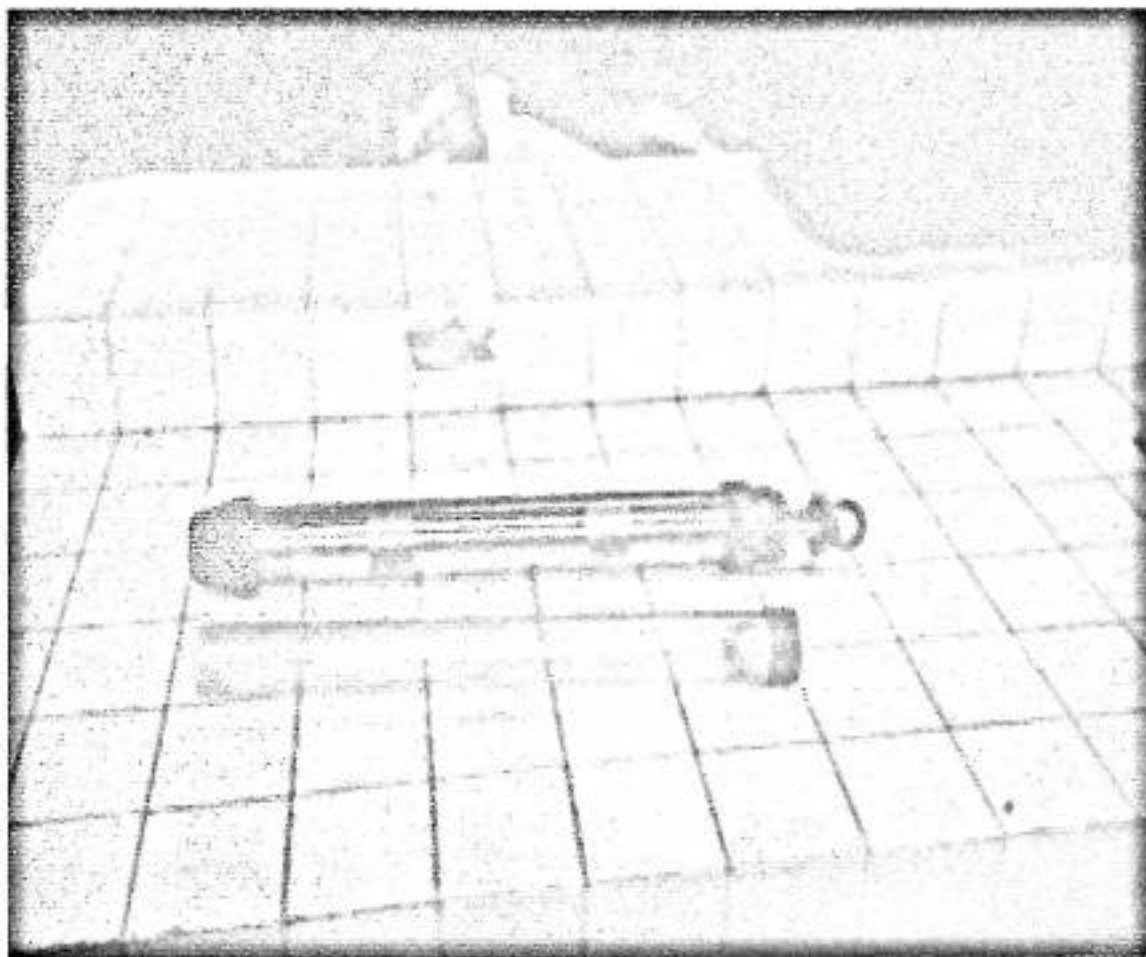


Grafik Perbandingan Konsentrasi n-Alkana Individu/n-Alkana Total pada Stasiun F

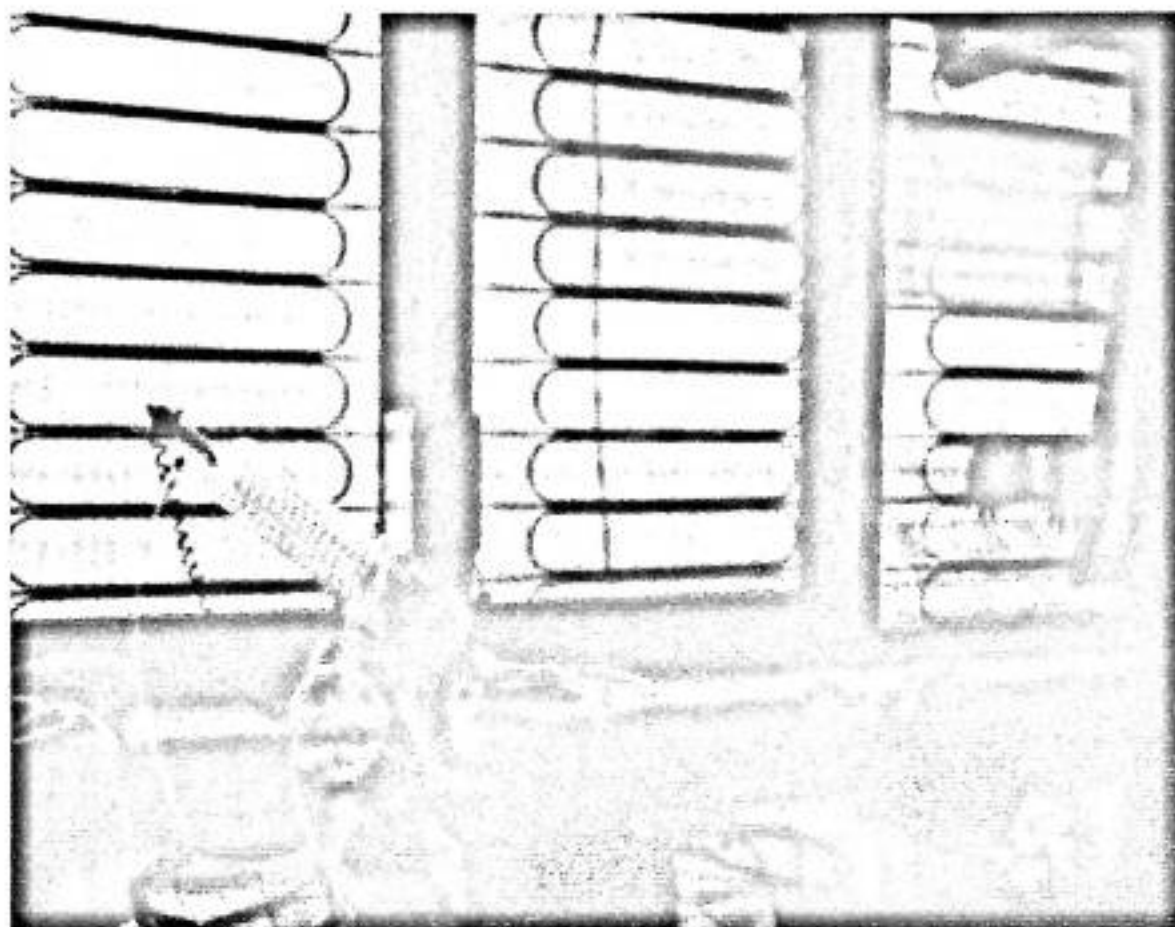




**Lampiran 9. Gambar Alat Pheleger Core Sampler**



**Lampiran 10. Gambar Rotavapor Buchii**



**Lampiran 11. Gambar Kolom Fraksinasi**



Lampiran 12. Gambar Alat Refluks

