

# LAPORAN PENELITIAN

## ANALISIS RESIDU HIDROKARBON PETROLEUM PADA SEDIMEN DASAR PERAIRAN TELUK BALIKPAPAN

Oleh :

Ir. RAHMATIYAH  
NIP : 131 851 135



UNIVERSITAS TERBUKA

DIBIYAI OLEH

PROYEK PELAKSANAAN KEGIATAN PUSAT STUDI INDONESIA  
NOMOR 2792/J31.7.4/PL/1998

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS TERBUKA  
UPBJJ SAMARINDA  
1998

**LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

1. a. Judul Penelitian : Analisis Residu Hidrokarbon Petroleum pada Sedimen Dasar Peraian Teluk Balikpapan  
b. Bidang Penelitian : Kimia Lingkungan

2. Ketua Peneliti,  
a. Nama Lengkap : Ir. Rahmatiyah  
b. NIP : 131 851 135  
c. Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk I/ III/5  
d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
e. Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

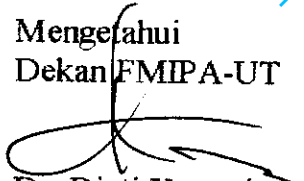
3. Lama Penelitian : 6 bulan

4. Sumber Dana : Pusat Studi Indonesia dengan Surat Perjanjian Nomor 2792/J31.7.4/PL/1998

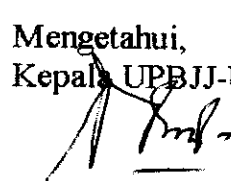
5. Biaya Penelitian : Rp. 3.572.000,- (Tiga juta lima ratus tujuh puluh dua ribu rupiah)

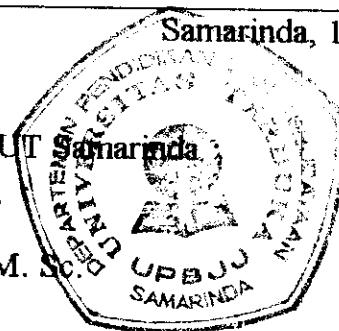
Samarinda, 1 September 1998

Mengetahui  
Dekan FMIPA-UT


  
Dr. Djati Kerami  
NIP. 130422587

Mengetahui,  
Kepala UPBJJ-UT Samarinda

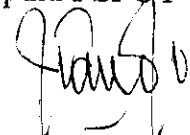
  
Ir. T. Sutedjo, M. Sc.  
NIP. 130341451




Ketua Peneliti,

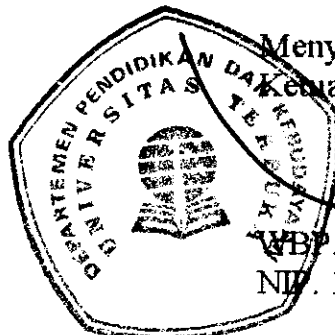
  
Ir. Rahmatiyah  
NIP. 131851135

Menyetujui,  
Kepala PSI-UT

  
Dr. Tian Belawati  
NIP. 131 569 974

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian - UT

  
W.P. Simanjuntak, M. Ed, Ph. D  
NIP. 130 212 017



## ABSTRAK

Teluk Balikpapan merupakan pelabuhan Pertamina Kalimantan dengan kegiatan utama bongkar muat minyak mentah dan olahan. Selain itu ia juga sebagai pelabuhan rakyat yang berfungsi sebagaimana pelabuhan pada umumnya. Kondisi pelabuhan yang demikian itu maka teluk sangat beresiko tinggi terhadap terjadinya pencemaran residu hidrokarbon yang berasal dari minyak bumi.

Penelitian ini bertujuan mengkaji tingkat pencemaran residu hidrokarbon yang terjadi di perairan teluk Balikpapan akibat tumpahan minyak mentah atau minyak sulingan. Diketahui bahwa sumber terbesar residu hidrokarbon di laut berasal dari minyak bumi baik minyak mentah maupun hasil sulingan melalui bahan bakar alat transportasi atau tumpahan akibat kecelakaan

Metode yang digunakan ialah mengekstraksi residu HK dari sedimen dasar teluk, di mana sedimen dasar mudah menyerap residu HK sehingga kepekatan terbesar residu akan ditemukan di dalamnya. Penentuan tingkat pencemaran berdasarkan bobot dan jenis residu HK aromatik yang ditemukan. Teknik analisis kepekatan dengan cara gravimetri, sedangkan penentuan jenis senyawa aromatik menggunakan Spektrofluoresensi-UV (sinkron).

Hasil yang ditemukan terhadap 10 lokasi tempat pengambilan sampel sedimen, bahwa perbandingan bobot fraksi n-Alkana dan fraksi aromatik berkisar antara 0,92 sampai 1,53 yang berarti perairan teluk relatif aman, kecuali beberapa lokasi telah menunjukkan dominasi HK aromatik. Akan tetapi berdasarkan hasil analisis jenis senyawa HK aromatik terhadap sedimen dasar tersebut, perairan teluk telah terkontaminasi HK aromatik yang berasal dari minyak bumi Kalimantan Timur. Jenis-jenis senyawa HK aromatik yang ditemukan adalah poliinti dengan cincin 1 - 5, di mana HK aromatik poliinti sangat toksik dan persisten di lingkungan serta umumnya berasal dari minyak bumi. Beberapa jenis HK aromatik yang ditemukan ialah alkilbenzen, pyren, naftalen, fluoranten, benzopyren-3,4, fenantren, dan perylen. Semua senyawa ini adalah HK poliinti kecuali alkilbenzen tetapi senyawa inipun tergolong toksik. Dari segi gravimetri fraksi aromatik berkisar 50,23 - 171,66 ppm, di mana kepekatan ini akan sangat rawan jika didominasi HK aromatik poliinti dengan cincin lebih besar dari 3. Dengan demikian residu HK pada sedimen dasar teluk Balikpapan relatif dalam situasi titik keseimbangan, tetapi secara kualitatif memperhatikan karena HK aromatik umumnya berasal dari tumpahan minyak bumi produksi Kalimantan Timur. Karena itu sebaiknya sistem manajemen pelabuhan lebih diutamakan pada pembangunan yang berawawasan lingkungan.

## KATA PENGANTAR

Letak geografis pelabuhan Balikpapan sangat rawan terjadinya tumpahan minyak mentah ataupun olahan, karena fungsi utama dari pelabuhan ini adalah pelabuhan pertamina dengan aktivitas utama bongkar muat minyak bumi. Karena komponen utama minyak bumi adalah HK maka perairan teluk akan rawan pencemaran residu HK tersebut. Dengan demikian penelitian ini merupakan salah satu usaha pemantauan pencemaran residu HK yang mungkin terjadi di teluk Balikpapan.

Banyak kendala yang di alami dalam pelaksanaan penelitian, antara lain saat pengambilan sampel turun hujan dan hanya sekali pengambilan sampel. Karena itu masih diperlukan penelitian ulang untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Namun demikian diharapkan hasil penelitian ini sudah dapat memberika gambaran mengenai pemanfaatan teluk sebagai pemukiman bongkar muat minyak bumi.

Kepada para pembaca senantiasa selalu diharapkan saran perbaikan terutama dalam analisis residu.

## DAFTAR ISI

		Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN		(i)
ABSTRAK		(ii)
KATA PENGANTAR		(iii)
DAFTAR ISI		(iv)
DAFTAR TABEL		(v)
DAFTAR GAMBAR		(vi)
BAB I	PENDAHULUAN	
	A. Latar Belakang	1
	B. Permasalahan	2
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
	A. Uraian Umum Minyak Bumi dan Hidrokarbon	3
	B. Hidrokarbon Di Laut	11
	C. Letak Geografis Teluk Balikpapan	14
	D. Sumber Hidrokarbon Di Teluk Balikpapan	15
	E. Pencemar Kimia Di Teluk Balikpapan	17
BAB III	TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
	A. Tujuan Penelitian	17
	B. Manfaat Penelitian	17
BAB IV	METODE PENELITIAN	
	A. Lokasi dan Waktu Penelitian	19
	B. Perubahan yang Diamati	19
	C. Alat dan Bahan yang Digunakan	19
	D. Pengumpulan Data	20
	E. Analisis Data	22
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Analisis Gravimetri Residu Hidrokarbon	24
	B. Interpretasi Spektra Spektrofluorosensi Contoh	28
	C. Tingkat Pencemaran Residu HK Di Teluk Balikpapan	43
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
	A. Kesimpulan Penelitian	45
	B. Saran	45
DAFTAR PUSTKA		46
LAMPIRAN-LAMPIRAN		47

## DAFTAR TABEL

No. Tabel	Judul Tabel	Halaman
1	Perkiraan Ranah Masuknya Minyak Bumi ke Laut	4
2	Persistensi Beberapa HK dalam Organisme Perairan	9
3	Toksisitas HK aromatik yang Larut, dalam Mahluk Hidup	10
4	Perbedaan Karakter HK Petroleum dan dari Organisme Laut	13
5	Hasil Gravimetri Residu HK Sedimen Dasar Perairan Teluk Balikpapan Tahun 1998	24
6	Rata-Rata Kepekatan Pencemar Residu HK Di Perairan Teluk Balikpapan 1998	27
7	Perbandingan Gravimetri Residu HK n-Alkana dan Aromatik Di Sedimen Teluk Balikpapan, 1998	27
8	Kuantitatif Rata-Rata Perbandingan Residu HK n-Alkana dan HK Aromatik Di Teluk Balikpapan, 1998	28
9	Beberapa Jenis PAH yang Ditemukan Di Sedimen Dasar Teluk Balikpapan 1998	41

## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul Gambar	Halaman
1	Beberapa Jenis Hidrokarbon Aromatik	14
2	Skema Kerja Ekstraksi dan Analisis Residu Hidrokarbon	21
3	Spektra Fluorosensi-UV PAH Minyak Bumi Kalimantan Timur	30
4	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 02	31
5	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 03	32
6	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 04	33
7	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 05	34
8	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 06	35
9	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 07	36
10	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 08	37
11	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 09	38
12	Spektra Fluorosensi-UV Fluoresensi Contoh Lokasi 10	39
13	Struktur Kimia PAH yang Ditemukan Di Sedimen Dasar Perairan Teluk Balikpapan Tahun 1998	42

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Perairan teluk Balikpapan merupakan sasaran akhir pembuangan limbah masyarakat kota, limbah industri (terutama Kilang Minyak), dan berbagai sumber lainnya. Perairan teluk menjadi nampak keruh akibat partikel koloid (tersuspensi) yang tersebar ke badan air. Kekeruhan disebabkan oleh limbah dan turbulensi (getaran) air perairan dari kegiatan transportasi laut..

Di Balikpapan terdapat Kilang Minyak Kalimantan yang terletak sekitar 200-1500 meter dari perairan pantai. Kilang minyak ini sangat potensial sebagai sumber limbah hidrokarbon petroleum yang dapat memengaruhi kepekatan residu hidrokarbon (HK) total di perairan teluk. Sumber lain limbah residu hidrokarbon petroleum di teluk ini berasal dari kapal Tanker yang membawa minyak mentah dari daerah pengeboran ke Kilang Minyak. Selain sumber-sumber antropogenik tersebut residu hidrokarbon di teluk Balikpapan juga dapat terbentuk secara alamiah, misalnya secara pirolitik dan geokimia. Secara pirolitik berasal dari kebakaran hutan yang terjadi hampir setiap tahun di Kalimantan Timur.

Walaupun belum ada metode baku untuk membedakan residu hidrokarbon yang berasal dari minyak bumi (antropogenik) dan residu HK yang terbentuk secara alamiah (biogenik), tetapi adanya residu hidrokarbon aromatik yang lebih besar daripada n-alkana dalam suatu kompartemen dapat merupakan indikator atau kecenderungan bahwa residu HK tersebut berasal dari petroleum. Hidrokarbon aromatik memang dapat terbentuk secara alamiah akan tetapi kepekatannya selalu lebih kecil dari n-alkana (Comel, 1989).

Residu hidrokarbon mudah terserap oleh partikel tersuspensi dalam badan air dan selanjutnya dapat mengalami sedimentasi pada sedimen dasar. Sifat ini memberi kesan bahwa perairan dengan tingkat kekeruhan tertentu menurunkan kandungan residu HK pada badan air tetapi naik pada sedimen dasar. Menurut Comel (1989) kepekatan residu pencemar yang terakumulasi dalam biota perairan



berbanding lurus dengan kepekatannya dalam badan air yang dipengaruhi oleh faktor bioakumulasi individu biota, kepekatan residu pencemar pada sedimen tersuspensi, dan sedimen dasar. Jadi konsentrasi residu hidrokarbon dalam sedimen dasar, sedimen tersuspensi, badan air, dan biota perairan (termasuk ikan-ikan) berhubungan satu dan lainnya. Secara matematik Connel (1989) menjelaskan kaitan kepekatan pencemar dalam biota perairan dengan kepekatan dalam badan air, jika faktor bioakumulasi individu biota diketahui. Oleh karena itu data kandungan residu HK dalam badan air, sedimen dasar, dan sedimen tersuspensi dapat menjadi petunjuk untuk perkiraan kemungkinan kepekatan residu HK dalam jaringan ikan ataupun biota laut lainnya.

### **B. Perumusan Masalah**

Teluk Balikpapan sangat potensial adanya pencemar residu hidrokarbon yang berasal dari tumpahan minyak mentah. Pada kepekatan tertentu residu pencemar ini sangat toksik terhadap kehidupan biota perairan terutama ikan-ikan. Bagi ikan yang mampu beradaptasi terhadap toksisitas residu pencemar tersebut akan terjadi akumulasi residu dalam jaringannya. Karena perairan teluk Balikpapan masih digunakan sebagai wilayah penangkapan ikan, maka pada gilirannya residu HK yang terakumulasi dalam ikan tadi akan terkonsumsi oleh masyarakat.

Untuk mengantisipasi kejadian tersebut perlu mengetahui kuantitatif dan kualitatif residu hidrokarbon petroleum yang tersebar di perairan teluk Balikpapan. Karena itu penelitian ini mengkaji tingkat pencemaran hidrokarbon petroleum pada perairan teluk Balikpapan melalui analisis kuantitatif dan kualitatif residu.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Uraian Umum Minyak Bumi dan Hidrokarbon

Hidrokarbon minyak bumi adalah pencemar utama di lautan, dan dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah yang cukup banyak, khususnya daerah yang berdekatan dengan daerah perkotaan. Banyak usaha telah dilakukan untuk menghitung masukan minyak bumi ke dalam lautan sampai kepada tahapan tertentu mengevaluasi kenyataan (signifikansi) ekologis dari buangan ini (Korte dan Boedefeld, 1978).

Hidrokarbon tersebar secara luas ke seluruh lautan, atmosfer, dan lingkungan daratan, namun dapat berasal dari minyak bumi atau merupakan asal-muasal hidrokarbon yang baru. Seringkali sulit untuk menentukan asal-muasal hidrokarbon dalam suatu sampel lingkungan berdasarkan komposisinya. Kesulitan ini mencerminkan banyaknya sumber dan fluks hidrokarbon yang berbeda yang menentukan besaran dan laju pemasukan senyawaan ini ke dalam sektor lingkungan tertentu. Buangan dan hilangnya minyak bumi mentah maupun yang telah diolah menjadi bagian dari aliran bahan ini melalui interaksi antara proses alamiah dan yang diinduksi oleh manusia. Akibatnya, setiap pengukuran ekotoksikologi dari dampak hidrokarbon minyak bumi dalam sistem lingkungan secara menyeluruh bergantung pada (1) pengetahuan akan keseimbangan zat dan aliran operasi minyak bumi serta (2) laju produksi dan alur hidrokarbon terbaru antara kompartemen dan reservoir global.

Korte dan Boedefeld (1978) telah mengulas dampak global industri minyak bumi dan mengembangkan suatu keseimbangan zat di seluruh dunia secara komprehensif. Dalam suatu operasi yang sedikit lebih lama dari 100 tahun, produksi global minyak mentah bertambah dengan besaran beberapa kali. Sebagai contoh, produksi minyak mentah dalam tahun 1875 adalah  $1,4 \times 10^6$  dibandingkan dengan  $2861 \times 10^6$  ton tahun 1974. Minyak suling total tahun 1974 berjumlah  $2754 \times 10^6$  ton dengan bahan bakar sebagai produk utama  $2148 \times 10^6$  ton serta sisanya

bukan bahan bakar seperti naftalen, arang, batu bara minyak, minyak pelumas, spiritus putih, dan lili sekitar  $336 \times 10^6$  ton.

Berikut disajikan perkiraan ranah masuknya minyak bumi ke dalam lautan.

Tabel 1. Ranah Perkiraan bagi Masukan Minyak Bumi ke dalam Lingkungan Laut

No	Sumber	Jumlah (ton x 10 <sup>6</sup> )/tahun
<b>A</b> <i>Hilangnya Melalui Pengolahan di Laut</i>		
1	Tanker LOT	0,03 - 0,31
2	Tanker non-LOT	0,41 - 1,00
3	Air kotor di lambung kapal, tempat penyimpanan batu bara di kapal serta oprasi normal di kapal yang lain (semua kapal)	0,05 - 0,61
<b>B</b> <i>Buangan Lepas Puntai yang tidak disengaja</i>		
1	Kecelakaan Tanker	0,10 - 0,22
2	Kecelakaan kapal lain	0,02 - 0,35
3	Kecelakaan saluran pipa	< 0,01
4	Produksi Minyak Lepas Panati	0,08 - < 0,38
5	Rembesan Minyak Alamiah di laut	0,2 - 7,00
<b>C</b> <i>Depositi Atmosfir</i>		
<b>D</b> <i>Buangan di Daratan atau Tanah</i>		
1	Penyulingan	0,20 - 0,30
2	Operasi pemindahan terminal	0,01 - 0,25
3	Kecelakaan saluran pipa	< 0,01 - 0,03
4	Aliran buangan kota dan sungai	1,90
5	Limbah industri	0,08 - 1,98
6	Limbah automotif	0,50 - 4,4
7	Limbah penerbangan	0,05
8	Limbah perkotaan	0,2 - 11,8
<b>Total</b>		<b>1,90 - 11,4</b>

Sumber : Connel (1981)

Pengolahan minyak bumi mencakup serangkaian hilangnya bahan-bahan dan perubahan kimia dengan akibat terjadinya buangan ke dalam kompartemen eksofer yang berbeda. Perkiraan spesifik dari hilangnya bahan-bahan serta buangan minyak bumi ke dalam ketiga lingkungan juga dapat diperkirakan. Pembakaran mencakup sekitar 88,6 % produksi seluruh dunia. Jadi minyak bumi terutama diubah menjadi hasil pembakaran yang berbentuk gas seperti air dan oksida karbon, nitrogen, dan sulfur masuk ke siklus alamiah global dari senyawa ini.

Minyak bumi dipindahkan ke lingkungan dalam bentuk hidrokarbon yang meliputi sekitar 2,3 % produksi global minyak bumi. Bila hidrokarbon dilepaskan karena pembakaran tidak diperhitungkan (Korte dan Boedefeld, 1978). Emisi

antropogenik hidrokarbon nonmetana ke atmosfer berjumlah  $68 \times 10^6$  ton per tahun (Anon, 1975). Perkiraan hilangnya minyak bumi bukan bahan bakar tahunan sekitar  $19,3 \times 10^6$  ton digolongkan terutama atas minyak pelumas ( $17,0 \times 10^6$  ton), spiritus putih  $1,0 \times 10^6$  ton), dan arang juga  $1,0 \times 10^6$  ton. Perhitungan ini mengasumsikan bahwa  $263 \times 10^6$  ton bukan bahan bakar dipindahkan keindustri lain untuk pengolahan nafta dan koka minyak bumi, didaurulang (minyak pelumas), atau diolah dalam bentuk arang dengan pelepasan ke lingkungan yang diasumsikan  $1,0 \times 10^6$  ton per tahun.

Dalam lingkungan kelautan buangan langsung melalui operasi kelautan diperkirakan sekitar  $1,4 \times 10^6$  ton dari pengangkutan dan  $0,2 \times 10^6$  ton dari tumpahan kecelakaan. Total buangan antropogenik global atau pelepasan hidrokarbon bahan bakar minyak kemungkinan dalam ranah  $(64,5 - 89,5) \times 10^6$  ton yang berjumlah hampir 2,3 - 3,2 % total produksi tahun 1974. Tambahan buangan subkelautan alamiah ( $0,6 \times 10^6$  ton) per tahun menghasilkan perkiraan akhir untuk total masukan minyak bumi ke lingkungan sebesar 65 - 90  $10^6$  ton per tahun (Miller dan Connel, 1982). Dengan menambahkan emisi ke atmosferik, atau jatuhan, dari perhitungan ini buangan minyak bumi non gas akan sebesar 21 - 22  $\times 10^6$  ton.

## 1. Komposisi dan Keberadaan Minyak Bumi dan Hidrokarbon di Lingkungan

### a. Minyak Bumi

Baik minyak bumi mentah maupun yang disuling beragam sifat fisik dan komposisi kimianya, bergantung pada asal-muasalnya dan dalam kasus prosduk sulingan, bergantung pada sifat proses penyulingan. Faktor ini juga menghasilkan perbedaan dalam sifat degradasi dalam lingkungan seperti, kelarutan, penguapan, oksidasi, fotokimia, mikrobial, dan toksisitas biologis (Connel dan Miller, 1981).

Minyak bumi mentah mengandung campuran rumit hidrokarbon serta sejumlah kecil realtif persenyawaan yang mengandung nitrogen, sulfur, dan oksigen, aspal, dan berbagai logam runutan (Kallio et al, 1976). Hidrokarbon dapat dibagi menjadi beberapa kelas sehubungan dengan strukutr kimianya yaitu alkana normal, bercabang, dan siklo, serta senyawa aromatis.

Minyak bumi mentah dapat diubah dengan proses fisik dan kimia menjadi berbagai ragam produk sulingan termasuk, bensin, minyak tanah, minyak pemanas, diesel, pelumas, lilin, dan aspal. Dalam produk sulingan hidrokarbon yang terutama adalah alkana, naftalena, senyawa aromatis, dan alkena yang terkandung dalam berbagai destilat dan campuran. Alkena bukanlah konstituen yang umum dalam minyak bumi mentah namun dibentuk oleh proses *cracking* yang seringkali digunakan dalam produksi minyak.

Informasi analitis yang khusus tersedia pada sebaran geografis hidrokarbon. Meskipun demikian perbandingan hasil berbagai studi adalah sulit karena keragaman dalam tata cara sampling dan teknik analitis. Sebagai aturan umum hidrokarbon alifatis dan aromatis terdapat diseluruh eusia, daerah pantai, dan lingkungan samudra dengan kadar tertinggi di daerah eusia dan habitat intertidal.

#### **b. Hidrokarbon Akhir**

Hidrokarbon terdapat secara luas dalam mahluk hidup baik di darat maupun laut. Senyawa ini dapat disintesis oleh mahluk hidup dipindahtempatkan dari makanan, atau dibentuk mengikuti penelanan prekursor dari makanan dan sumber abiotik. Alkana, isoprenoid cenderung menonjol dalam mahluk hidup meskipun hidrokarbon tidak jenuh mungkin nyata dalam bakteri dan ganggang.

#### **c. Hidrokarbon Polinti**

Hidrokarbon poliinti sebenarnya adalah poliaromatis yang biasa disingkat dengan PAH atau HPA. Hidrokarbon ini intinya ialah benzen. Ada tiga jalur pembentukannya di lingkungan : (1) pirolisis bahan organik (2) pelepasan dari bahan organik sedimen dan bahan bakar fosil serta (3) biosintesis oleh mahluk hidup. Kedua jalur pertama adalah yang paling penting sedangkan yang terakhir belum jelas (Hites et al, 1977).

Pirolisis dan pembakaran tidak sempurna bahan organik menghasilkan PAH dalam produknya. Sejumlah mekanisme yang mendalam telah diusulkan namun umumnya molekul yang rumit dalam bahan organik. Sebagai contoh karbohidrat dan

protein, menghasilkan radikal bebas yang cukup rendah bobot molekulnya, yang tersusun ulang dan bergabung membentuk PAH. Jelaga mengandung sejumlah cincin aromatis yang bersambungan dan seringkali dihasilkan. Senyawa ini tidak aktif secara fisiologis namun mengandung PAH yang seringkali aktif secara fisiologis. Kondisi pirolisis atau pembakaran sangat mempengaruhi jenis dan jumlah PAH yang dihasilkan (Neff, 1979)

Produk minyak bumi mentah dan suling memperlihatkan keragaman yang besar dalam kandungan aromatis dan PAH, namun total hidrokarbon aromatis biasanya dalam ranah 0,2 - 7,4 % (Gilchrist et al, 1972). Minyak mentah sintesis yang dihasilkan dari pencairan batu bara dan pirolisis minyak *shale* umumnya memiliki kandungan PAH yang lebih tinggi.

PAH dapat berada dalam air buangan, seperti cairan-cairan buangan rumah tangga dan industri, sampah, dan aliran buangan perkotaan, serta dalam buangan atmosferik dari pembakaran bahan bakar fosil. Jadi zat-zat ini ada di mana-mana di lingkungan di mana mereka seringkali berada dalam suatu rangkaian kepekatan yang berkaitan dengan sumbernya. Marer et al (1979) dan Bagg et al (1981) telah menyatakan bahwa PAH ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada sedimen laut yang dekat dengan perkotaan dan kilang minyak.

## 2. Pengangkutan dan Perubahan Bentuk HK

Hidrokarbon memiliki kelarutan yang rendah dalam air dan sangat lipofilik. Sebagai contoh, PAH yang paling sederhana yaitu naftalena mempunyai kelarutan dalam air sekitar  $30 \text{ mgL}^{-1}$  dan ini menurun dengan bertambahnya bobot olekul PAH. Hidrokarbon sangat cepat terserap pada partikulat dalam daerah perairan dan pada berat tertentu akan mengalami sedimentasi pada sedimen dasar. Menurut Connel (1982) menemukan bahwa dalam Muara Hudson Raritsn, hidrokarbon minyak bumi terserap pada sedimen dasar. Beberapa proses yang dialami dalam pengangkutan dan perubahan bentuk disajikan berikut ini.

### a. Proses Fotokimia

Perubahan bentuk fotokimia minyak mentah dan minyak olahan mencakup (1) pembentukan radikal reaktif (2) pembentukan peroksida dan hidroperoksida peralihan yang sangat beracun, dan (3) pembentukan produk oksidasi seperti asam karboksilat, ester, aromatik, teroksigenasi, senyawa karbonil, dan karbon dioksida (GESAMP, 1977). Oksidasi hidrokarbon aromatis dan senyawa sulfur yang disukai dalam lapisan tipis permukaan minyak mentah pada air laut yang diradiasi pada 250 nm telah diamati (Hansen, 1977).

### b. Proses Mikrobiologi

Banyak jasad renik laut seperti bakteri dan jamur dapat memetabolisme hidrokarbon dan minyak bahan bakar serta fraksi-fraksinya baik secara utuh maupun sebagian. Oksidasi mikrobial didominasi oleh aksi bakteri yang tergantung pada jenis spesiesnya. Makhluk hidup ini mampu mengoksidasi hidrokarbon aromatis dari senyawa monosiklis sampai polisiklis meskipun biodegradasi struktur cincin yang sangat terkondensasi utuh. Distribusi bakteri dan jamur pemakai HK dalam air laut menyebar ke seluruh dunia, namun populasinya tampak sangat rendah dalam daerah yang terancu oleh minyak. Di antara sedimen aerobik, di amati adanya tingkat keaktifan yang lebih tinggi, kemungkinan oleh adanya senyawa karbon organik. Oksidasi minyak dalam lingkungan alamiah bergantung pada faktor-faktor seperti suhu, kadar garam, kepekatan hara makanan anorganik, seberapa jauh dispersi dalam air, kelimpahan dan jenis jasad renik, serta komposisi kimia dari minyak.

Banyak jasad renik laut dan muara mendegradasi fraksi-fraksi tertentu dari campuran hidrokarbon minyak bumi dan minyak, secara cepat misalnya; n-alkana dan isoalkana. Alkana-alkana terdegradasi oleh oksidasi dari salah satu gugus metil terminal menjadi asam karboksilat dan kemudian didegradasi bertahap. Tetapi nampak bahwa beberapa fraksi sangat lambat didegradasi seperti; sikloalkana dan PAH. Sebagai contoh, Sanders et al (1980) telah menemukan bensin yang terdegradasi sebagian setelah berada dalam sedimen selama 5 tahun.

### c. Bioakumulasi dan Biomagnifikasi HK

Hidrokarbon minyak bumi dapat mengalami biomagnifikasi karena mereka memiliki suatu koefisien partisi yang tinggi dan cukup persisten dalam mahluk hidup terutama biota laut. Menurut Teal (1977) beberapa HK alamiah dalam *cepapoda* dan ikan terjadi perpindahan melalui jaring-jaring makanan. Tetapi untuk minyak bumi terdapat berbagai HK yang memiliki sifat yang berbeda pula. Menurut Connel (1978) n-alkana kurang mengalami biomagnifikasi daripada HK lainnya. Perpindahan residu HK ini juga sangat dipengaruhi oleh persisten HK dan kemampuan mahluk hidup menyimpannya. Berikut disajikan Tabel persistensi beberapa HK dalam organisme air dalam bentuk waktu paruh.

Tabel 2. Persistensi Beberapa HK dalam Organisme Air dalam Bentuk Waktu Paruh

No	Mahluk Hidup	Senyawa	Waktu Paruh (hari)
1	Tiram ( <i>Crassostrea virginica</i> )	Naftalena	2
		Antrasena	3
		Fluorontena	5
		Benzo{a}antrasena	9
		B[a]P	18
2	Kerang ( <i>Mytilus edulis</i> )	B[a]P	16
		Alifatik dan aromatik	2
		Alifatik	4
		Aromatik	48 - 60
		Naftalena	1,5
3	Copepoda ( <i>Calanus helgolandicus</i> )	Antrasena	0,4
4	Kutu Air ( <i>Daphnia pulex</i> )	Naftalena	tergantungan waktu kontak

Sumber : Connel dan Miller (1982)

### d. Toksisitas Hidrokarbon (HK)

Alkana dalam minyak bumi memperlihatkan toksisitas fisiologis yang cukup kecil. Pengaruh ini biasanya disebabkan oleh adanya zat-zat aromatik. Senyawa ini



merupakan komponen yang paling larut dalam air dan merupakan produk minyak bumi dan minyak bumi itu sendiri.

PAH yang larut dalam perairan adalah beracun terhadap makhluk hidup pada kepekatan sekitar 0,1 sampai 0,5 ppm. Kepekatan dalam lingkungan umumnya sangat rendah tetapi dalam bentuk total aromatik dapat memperlihatkan kepekatan yang tinggi. Kebanyakan perkiraan  $LC_{50}$  untuk makhluk hidup laut yang terkena campuran minyak-air dan larutannya menurun. Berikut disajikan Tabel toksisitas aromatik terhadap beberapa makhluk hidup.

Tabel 3. Toksisitas Aromatik yang Larut Terhadap Kelas Makhluk Hidup

Kelas Makhluk Hidup	Ranah Perkiraan Kepekatan Letal Aromatik yang Larut (ppm)		
	Moore & Dwyer Tahun 1974	Minyak Mentah (1 C <sub>96</sub> jam)	Bahan Bakar Minyak No. 2
Tumbuhan	10 - 100	ID	ID
Finfish	5 - 50	1 - > 10	1 - > 10
Bivalves (kerang-kerangan)	5 - 50	1 - > 10	0,5 - > 5
Gastropoda	1 - 100	1 - > 10	1 - > 5
Invetebrata	1 - 10	> 5 - 10 ID	> 1 ID
Larva (seluruh spesies)	0,1 - 1	0,1 - 5	ID
Makhluk yang masih muda	NR	5 - > 10	1 - 10

Sumber : Miller (1982)

- ID = data tidak cukup
- NR = Tidak dilaporkan

Rangkuman mengenai toksisitas letal minyak mentah dan bahan bakar minyak disajikan berikut ini :

1. Minyak suling No. 2 umumnya lebih beracun daripada minyak mentah
2. Ikan dan hewan berkulit keras tampaknya termasuk yang paling peka terhadap minyak mentah maupun bahan bakar No. 2 meskipun beberapa spesies relatif toleran terhadap minyak mentah, misalnya ikan sungai kepala kambing.
3. Ikan dan hewan berkulit keras yang bersuhu dingin (3,5 - 10 °C) lebih peka daripada spesies yang sama namun bersuhu hangat (18 - 22 °C)
4. Spesies intertidal umumnya lebih toleran, barangkali karena kemampuannya mengisolasi diri dari pengurangan statis yang digunakan dalam uji 96 jam.

## B. Hidrokarbon Di Laut

Ada dua kelas besar hidrokarbon yang dapat ditemukan di alam termasuk laut yaitu hidrokarbon alifatik dan alisiklik. Hidrokarbon alifatik jumlah terbesar dalam golongan n-alkana. Golongan ini relatif tidak persisten di alam kecuali yang memiliki jumlah atom C lebih dari 20 (Jokuty et al, 1994). Karena itu golongan n-alkana sampai dengan atom C-17 tidak menyebabkan pencemaran karena mudah terurai menjadi molekul yang sederhana.

Untuk golongan alisiklik bersifat aromatik yaitu suatu senyawa yang sangat stabil sehingga persisten di alam. Hidrokarbon ini selain berasal dari organisme jumlah terbesar ditemukan pada minyak bumi. Karena itu adanya HK aromatik dalam suatu kompartemen dapat dikategorikan berasal dari minyak bumi atau petroleum. Senyawa HK aromatik berbentuk siklik berupa mono inti benzen dan poli inti. Makin banyak jumlah inti benzen suatu HK aromatik maka makin stabil di alam. Dengan demikian HK poli inti lebih berbahaya dibanding mono inti.

Secara umum HK di laut dapat terjadi secara alamiah dan berasal dari tumpahan minyak bumi.

### 1. Sumber Alamiah Hidrokarbon di Laut

Ada 4 kemungkinan sumber HK secara alamiah di laut, yaitu biogenik, pirolitik, diagenetik dan geokimia. Hidrokarbon biogenik berasal dari aktivitas organisme darat maupun laut yang dilepaskan selama metabolisme atau jika organisme mati. Organisme dapat mensintesis sendiri hidrokarbon atau merubah senyawa-senyawa prekursor yang diperoleh dari sumber makanannya. Diperkirakan hasil biosintesis HK oleh organisme di laut berkisar 1 - 10 juta ton/tahun (Jokuty et al, 1995).

Hidrokarbon hasil pirolitik berasal dari pembakaran hutan yang menghasilkan sekitar 6 juta ton/tahun dilepaskan ke atmosfer dalam bentuk partikel kecil dan akhirnya dapat jatuh ke laut. Jika di laut ditemukan n-alkana dalam jumlah banyak maka dapat dikategorikan HK tersebut berasal dari pirolitik. Namun keadaan ini sangat tergantung kepada iklim daerah setempat.

Hidrokarbon hasil diagenetik dan geokimia adalah hasil proses geologi pada sedimen laut dalam jangka waktu pendek maupun jangka waktu lama.

## **2. Sumber Antropogenik**

Salah satu sumber HK antropogenik di laut yang telah dikenal ialah minyak bumi (petroleum), baik dengan sengaja maupun akibat kecelakaan. Kemajuan produksi minyak bumi dan distilatnya menambah pemasukan HK antropogenik ke dalam lingkungan laut. Sumber HK melalui pirolitik diperoleh dari bahan bakar transportasi dalam bentuk partikel kecil (Mr kecil).

## **3. Sumber Hidrokarbon Aromatik Di Laut**

Hidrokarbon aromatik alamiah umumnya merupakan produk pirolisis pada temperatur tinggi yang diakibatkan oleh fenomena alam. Walaupun umumnya sintesis HK aromatik dari mikroorganisme laut tidak dikenal, tetapi beberapa penelitian menunjukkan adanya beberapa HK aromatik poliinti yang berasal dari mikroorganisme laut seperti alga dan bakteri.

Sumber antropogenik merupakan sumber utama dari HK aromatik baik berasal dari bahan bakar fosil maupun pirolitik. Minyak bumi dan produk distilatnya merupakan campuran kompleks dari senyawa-senyawa organik dan HK adalah komponen terbesar, yaitu sekitar 75 % di mana sekitar 0,2 - 15 % berupa HK aromatik poliinti.

Untuk membedakan HK aromatik yang berasal dari aktivitas manusia atau organisme dengan yang berasal dari tumpahan minyak bumi (petroleum) belum ada metode yang akurat. Tetapi ada beberapa perbedaan karakteristik HK yang berasal dari minyak bumi dan yang berasal dari organisme. Dengan membandingkan kedua karakteristik ini maka membantu kita untuk memastikan sumber HK yang dianalisis. Perbandingan sifat HK aromatik tersebut disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel 4. Perbedaan Karakter Hidrokarbon Petroleum dan HK dari Organisme Laut

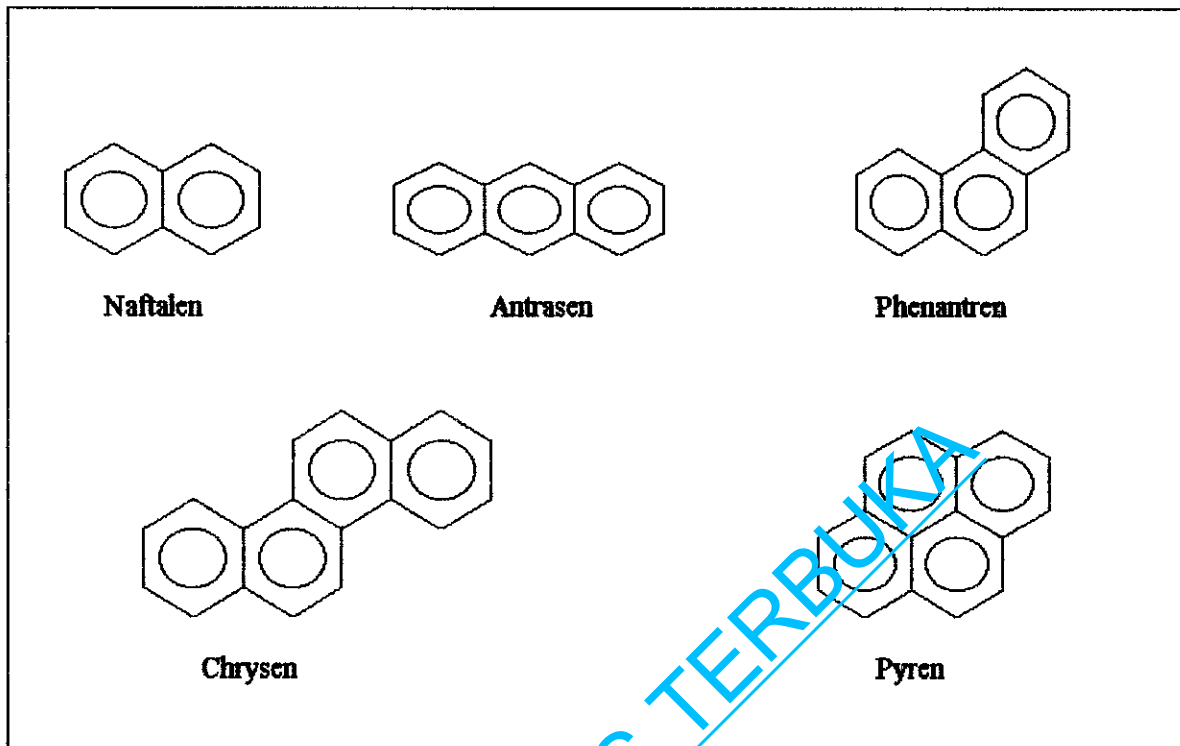
Hidrokarbon Petroleum	Hidrokarbon Organisme Laut
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandungan HK-nya kompleks dengan variasi struktur dan Mr besar</li> <li>• Deret homolog banyak</li> <li>• Komposisi sikloalkana dan aromatik cukup banyak</li> <li>• Dapat berasosiasi dengan unsur S, N, O, dan logam berat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandungan HK-nya lebih sederhana</li> <li>• Deret homolog sedikit</li> <li>• Komposisi sikloalkana dan aromatik kurang/hampir tidak ada</li> <li>• Tidak berasosiasi dengan logam</li> </ul>

Sumber : Ferrington, 1975

Berdasarkan karakteri tersebut maka dalam identifikasi kualitatif HK dalam suatu kompartemen termasuk sedimen laut diperlukan profil minyak bumi sebagai standar. Dengan membangunkan spektrum standar dalam instrumen kimia dengan contoh dapat diperkirakan asal-usul hidrokarbon.

#### 4. Distribusi Hidrokarbon Aromatik pada Sedimen Dasar Perairan

Komposisi HK pada sedimen yang telah terbentuk lama bervariasi dibanding sedimen yang baru terbentuk. Pada sedimen yang baru terbentuk biasanya mengandung campuran yang sangat kompleks dan mirip yang ditemukan pada minyak bumi. Biasanya memberikan profil HK yang berbeda pada sedimen yang sama. Telah diidentifikasi beberapa profil HK polinti pada sedimen laut yaitu berupa naftalen, fluoranten, pyren, benzopyren-3,4, dan sebagainya. Berikut profil molekul HK aromatik polinti yang diidentifikasi dari sedimen laut.



Gambar 1. Beberapa Jenis HK Aromatik

Pada daerah atau kompartemen yang mengandung banyak total HK akan terdapat jumlah tinggi kandungan HK aromatik. Hal ini didukung oleh kompleksitas yang ekstrem dan range berat molekul dari HK jenuh. Sedimen pada daerah yang berdekatan dengan tempat kegiatan industri dapat mengandung total HK aromatik poliaromatik di atas 100 ppm. Umumnya HK aromatik ini bersumber dari hasil pembakaran minyak bumi.

Transformasi HK aromatik ke lingkungan mengalami berbagai proses antara lain; penguapan, pelarutan, emulsifikasi, sedimentasi, fotooksidasi, dan degradasi mikrobial.

### C. Letak Geografis Balikpapan

Kota Balikpapan mendapat julukan kota minyak. Hal ini disebabkan daerah ini terdapat kilang minyak yang melayani pengolahan minyak mentah dari berbagai sumur minyak di daerah Kalimantan terutama Kalimantan Timur. Kota ini memiliki perairan teluk yang membujur Timur-Barat dan menghadap Utara. Kegiatan

pelabuhan Balikpapan sama seperti pelabuhan lainnya di Indonesia yaitu sebagai sarana transportasi laut. Letak teluk Balikpapan dan fungsinya sebagai daerah transportasi pengangkutan minyak mentah ataupun minyak olahan, perairan ini berisiko tinggi terakumulasinya pencemar residu hidrokarbon baik yang bersumber dari antropogenik maupun biogenik.

#### **D. Sumber Hidrokarbon Di Teluk Balikpapan**

Diketahui bahwa sumber hidrokarbon di alam terbentuk secara alamiah (biogenik) dan antropogenik (Garrigues et al., 1987). Kedua sumber ini saling mendukung menaikkan residu HK dalam suatu kompartemen. Salah satu sumber hidrokarbon alamiah yang potensial di teluk Balikpapan ialah proses pirolitik. Hal ini dapat bersumber dari kebakaran hutan yang terjadi hampir setiap tahun di Kalimantan Timur. Selain itu secara alamiah sumber HK di teluk Balikpapan dapat berasal dari proses geokimia di mana daerah ini dikenal sebagai sumber minyak bumi yang terdapat di lepas pantai maupun daratan. Secara antropogenik, sumber hidrokarbon (dari petroleum) di teluk Balikpapan sangat berisiko tinggi. Hal ini disebabkan karena letaknya yang berdekatan dengan kilang minyak, fungsi teluk sebagai daerah transportasi pengangkutan minyak mentah ataupun minyak olahan, serta bersumber dari bahan bakar alat transportasi laut. Keadaan ini saling mendukung terakumulasinya residu hidrokarbon di perairan teluk terutama pada sedimen dasar,

#### **E. Pencemar Kimia Di Teluk Balikpapan**

Hasil penelitian Alfian dan Jalaluddin (1987) di Pantai Balikpapan ditemukan ekstrak bahan organik pada sedimen dasar di atas nilai ambang batas, tetapi total hidrokarbon di bawah nilai ambang batas. Mereka juga melaporkan ekstrak senyawa aromatik di bawah ambang batas, tetapi jenis aromatik yang ditemukan sangat toksik yaitu hidrokarbon poliinti yang berkisar 2 - 6 cincin. Adanya residu HK poliinti merupakan isyarat bahwa pencemar HK tersebut bersumber dari minyak bumi atau petroleum (Alfian, 1987).

Hasil penelitian Githarina dan Jailani (1997) kandungan logam Pb pada sedimen dasar dan badan air di teluk Balikpapan berada tepat ambang batas. Kandungan Pb ini dari proses alam berasal dari hasil pembakaran bahan bakar transportasi yang tidak lain ialah hidrokarbon.

UNIVERSITAS TERBUKA

### BAB III

#### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

##### A. Tujuan Penelitian

Diketahui bahwa fungsi teluk Balikpapan merupakan sentral dari berbagai kegiatan masyarakat kota Balikpapan. Statusnya sebagai pelabuhan rakyat dan pertamina teluk ini beresiko tinggi tingkat pencemarannya. Selain sebagai kegiatan transportasi ia masih tetap digunakan sebagai sumber perikanan. Dengan demikian resiko kontaminasi pencemar dalam jaringan ikan yang tertangkap disekitar perairan teluk cukup tinggi. Keadaan ini sangat mengancam kehidupan masyarakat setempat yang mengkonsumsi ikan-ikan yang tertangkap di perairan teluk. Berdasarkan kondisi dan letak geografis pelabuhan Balikpapan pencemar yang memungkinkan memberikan sumbangan kepekatan yang cukup tinggi adalah residu hidrokarbon petroleum. Diketahui bahwa bongkar muat minyak mentah di pelabuhan merupakan fungsi utama teluk. Karena itu perairan teluk nampak berminyak. Dengan demikian secara visual kondisi teluk pelabuhan Balikpapan telah tercemar oleh residu hidrokarbon petroleum. Jadi tujuan penelitian ini ialah mengkaji tingkat pencemaran perairan teluk Balikpapan yang diakibatkan oleh residu hidrokarbon petroleum melalui analisis kuantitatif dan kualitatif residu.

##### B. Manfaat Penelitian

Seperti dijelaskan pada bahasan sebelumnya bahwa perairan teluk Balikpapan cukup beresiko terhadap masuknya berbagai pencemar, karena ia merupakan tempat sentral kegiatan masyarakat. Pencemar yang paling rawan adalah residu hidrokarbon petroleum, karena teluk selain sebagai pelabuhan rakyat, tetapi ia juga merupakan pelabuhan pertamina. Oleh karena itu pemantauan situasi pencemar di teluk ini sangat diperlukan terutama residu hidrokarbon yang sangat potensil ditemukan di perairan ini. Informasi parameter ini sangat penting karena ia merupakan pencemar yang sangat toksik dan persisten di lingkungan. Sifat persistensi yang ia miliki sangat memungkinkan membiaoakumulasi ke dalam biota



laut termasuk ikan-ikan. Jika hal ini terjadi selanjutnya akan terbioakumulasi terhadap masyarakat mengkonsumsi ikan-ikan yang tertangkap sekitar teluk.

Dengan diketahuinya kuantitatif dan kualitatif residu hidrokarbon di perairan teluk Balikpapan, maka kualitas lingkungan perairan teluk dapat ditentukan. Dengan demikian informasi ini mejadi bahan masukan kepada pemerintah daerah dan Pertamina Balikpapan dalam hal manajemen penggunaan teluk sebagai kegiatan pelabuhan rakyat dan Pertamina.

UNIVERSITAS TERBUKA

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Lokasi atau wilayah yang diteliti ialah perairan teluk Balikpapan Kalimantan Timur, sedangkan tempat analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Kimia FKIP Universitas Mulawarman Samarinda. Penelitian ini dilakukan bulan juni di mana pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 20 Juni 1998. Kegiatan ekstraksi residu HK dan identifikasi jenis aromatik HK dilakukan bulan Juli 1998.

#### **B. Peubah Yang Diamati**

Peubah yang diamati ialah sedimen dasar perairan teluk sedangkan parameter yang dianalisis residu hidrokarbon, yang meliputi bobot total residu hidrokarbon n-alkana dan aromatik serta identifikasi jenis HK aromatiknya. Bersamaan dengan parameter utama ini juga akan terukur total ekstrak bahan organik (EBO) dari sedimen perairan teluk. Indikator tingkat pencemaran berdasarkan perbandingan kuantitas fraksi aromatik (F2) dan fraksi n-alkana (F1), serta jenis senyawa aromatik yang ditemukan.

#### **C. Alat dan Bahan Yang Digunakan**

##### **1. Alat**

Alat-alat yang digunakan ada 2 kategori yaitu : alat ekstraksi residu dan alat analisis jenis aromatik residu. Alat ekstraksi yang digunakan seperti : Soxhlet (alat refluks), Kromatografi Kolom, Evaporator, dan sejumlah alat gelas penunjang lainnya. Alat analitik untuk mengidentifikasi jenis aromatik ialah Spektrofluoresensi-UV (Sinkron).

## 2. Bahan

Bahan penelitian yang dimaksud pada bagian ini ialah sejumlah bahan untuk ekstraksi yaitu berbagai pelarut organik, pengering, peraksi saponifikasi, dan sejumlah bahan penunjang lainnya. Bahan-bahan tersebut antara lain : n-Heksana, Toluena/Benzena, Etanol, Metanol, KOH,  $MgSO_4$ , atau  $Na_2SO_4$  anh. Kloroform, Dietileter, Diklorometana, silica gel untuk Kromatografi Kolom, plat KLT berlapis aluminium, dan sejumlah bahan penunjang lainnya.

## D. Pengumpulan Data

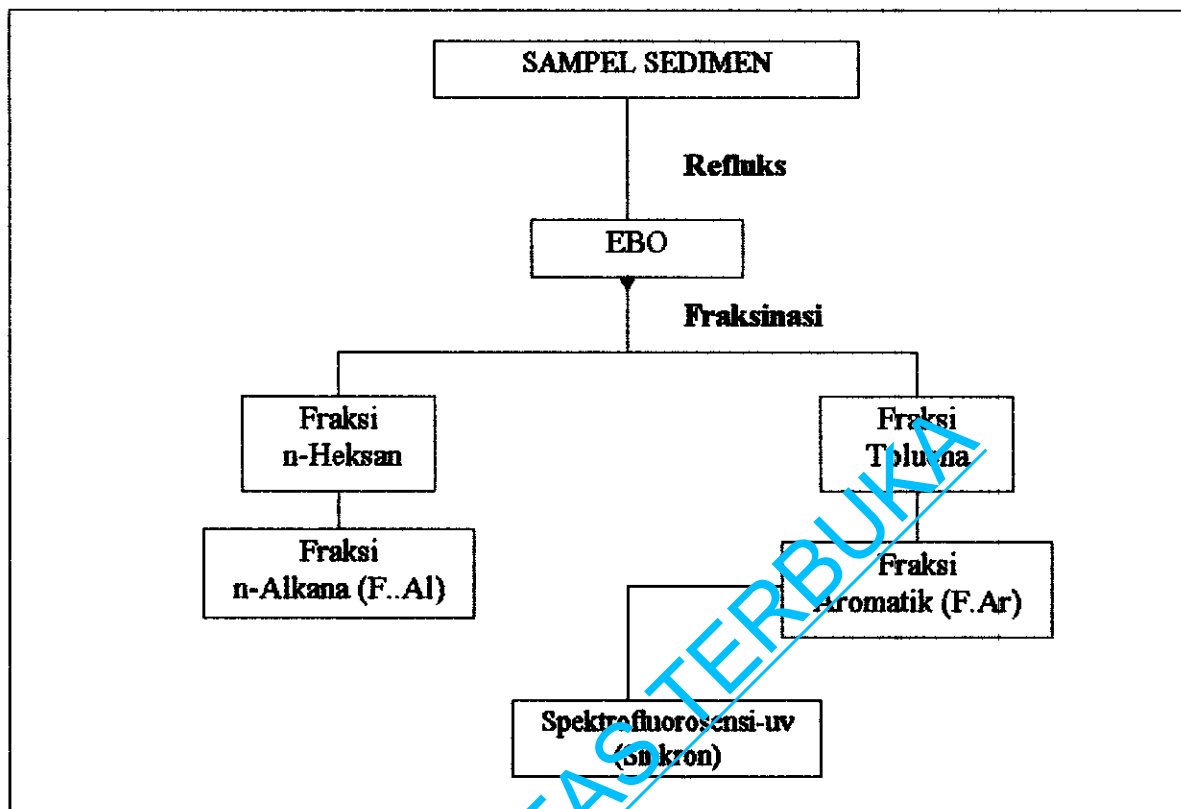
Data akhir penelitian ini ialah gravimetri ekstrak bahan organik (EBO), bobot total residu hidrokarbon (THK), bobot total fraksi n-alkana (F.al), bobot total fraksi aromatik (F. Ar), dan jenis-jenis residu senyawa HK aromatik. Tahap-tahapan pengumpulan data disajikan berikut ini.

### 1. Pengambilan Contoh

Ditentukan 10 lokasi titik pengambilan sampel sedimen laut teluk Balikpapan. Setiap lokasi atau titik sampling diambil sedimen dasar dengan menggunakan Van-ven Grab. Masing-masing sampel ini disimpan dalam botol plastik bebas kontaminasi HK lain dan selanjutnya disimpan dalam lemari es sebelum diproses. Sampel diambil pada tanggal 30 juni 1998 dengan kondisi perairan teluk normal dan pasang menengah.

### 2. Prosedur Analisis Residu Hidrokarbon

Secara skematik jalannya analisis disajikan berikut in



Gambar 2. Skema Kerja Analisis Residu FK

#### a. Kegiatan Ekstraksi

Sedimen di ekstrak melalui alat refluks menggunakan pelarut metanol + toluen dan disaponifikasi dengan KOH. Alat refluks dijalankan selama 6 - 8 jam sampai terdapat perubahan warna sampel. Ekstrak yang diperoleh dipisahkan dari pelarutnya menggunakan rotavapor bertekanan rendah dan diperoleh ekstrak bahan organik. Ekstrak kering ini sebagai gravimetri EBO. Dalam EBO masih terdapat asam-asam lemak sehingga pemisahan terus dilakukan dengan menggunakan pelarut kloroform. Untuk mengantisipasi adanya komponen organik lainnya maka dilakukan fraksinasi dengan kromatografi kolom (KK).

#### b. Kegiatan Fraksinasi

Ekstrak bahan organik (EBO) yang diperoleh difraksinasi dengan menggunakan Kromatografi Kolom. Fase diam yang digunakan silica gel for CC dan sebagai fase gerak n-Heksana untuk fraksi n-alkana dan toluen untuk fraksi

aromatik. Hasil fraksinasi ditemukan gravimetri fraksi n-alkana (F.Al), fraksi HK aromatik (F.Ar), dan total hidrokarbon (THK).

### **c. Analisis Spektrofluorosensi-UV (Sinkron)**

Dari 10 sampel dan 1 blanko serta 1 standar minyak mentah Balikpapan dianalisis dengan Spektrofluorosensi-UV (Sinkron) di Laboratorium Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mulawarman.

## **E. Interpretasi Hasil Analisis**

Sebelum perlakuan ekstraksi juga ditentukan kadar air sedimen. Hal ini diperlukan untuk mengabaikan berat air pada saat gravimetri. Hasil gravimetri kegiatan analisis ini menghasilkan data-data seperti : kadar air sedimen, ekstrak bahan organik (EBO), bobot fraksi n-alkana (F. Al), bobot fraksi aromatik (F.Ar), dan bobot total hidrokarbon (THT). Hasil analisis Spektrofluorosensi-UV menggambarkan jenis senyawa HK aromatik yang terkandung dalam sedimen. Cara interpretasi dan makna data yang dianalisis secara umum digambarkan berikut ini.

### **1. Bobot Ekstrak Bahan Organik (EBO).**

Parameter ini untuk menyatakan tingkat pencemaran organik. Kepekatan EBO merupakan syarat bahwa perairan teluk mengandung sejumlah senyawa organik, di mana umumnya senyawa ini dapat berasosiasi dengan logam berat menjadi organologam yang sangat toksik. Logam berat yang mudah berasosiasi misalnya merkuri yang dapat berasosiasi dengan senyawa-senyawa etil, metil, dan lain-lain

### **2. Bobot Hidrokarbon Total (THT)**

Data ini diperoleh dari penjumlahan gravimetri fraksi n-alkana (F.Al) dan fraksi aromatik (F.Ar). Kepekatan total residu HK ini belum dapat menyatakan tingkat pencemaran residu hidrokarbon di perairan secara langsung, akan tetapi pencemaran dapat saja terjadi melalui asosiasi logam berat dengan hidrokarbon

terutama HK aromatik membentuk senyawa organologam yang sangat toksik. Oleh karena itu bobot total HK yang tinggi harus diwaspadai seiring dengan tingginya kadar logam berat.

### **3. Perbandingan Bobot Ekstrak F.Al dan F.Ar.**

Jika bobot ekstrak F.Al/F.Ar lebih besar dari 1 maka perairan dalam keadaan aman (tidak tercemar). Data ini menggambarkan bahwa residu hidrokarbon terbesar di perairan ialah n-alkana, di mana jenis ini umumnya terbentuk secara alamiah dan mudah terurai. Tetapi jika F.Al/F.Ar lebih kecil dari 1 maka perairan dalam keadaan tercemar. Data ini mengisyaratkan bahwa residu HK terbanyak di perairan adalah senyawa aromatik. Jenis ini sangat toksik, persisten di lingkungan, dan umumnya berasal dari antropogenik (petroleum) walaupun dalam jumlah kecil juga dapat terbentuk secara alamiah.

### **4. Jenis Hidrokarbon Aromatik**

Telah diketahui bahwa HK aromatik sangat toksik, terutama HK aromatik poliinti. Adanya jenis HK ini merupakan indikator bahwa telah terjadi pencemaran residu HK pada kompartemen tersebut. Oleh karena itu jika di perairan teluk Balikpapan menunjukkan adanya jenis-jenis HK tersebut maka perairan teluk dinyatakan tercemar oleh residu HK yang berasal dari petroleum.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Gravimetri Residu Hidrokarbon

Dari 10 titik lokasi tempat pengambilan sampel sedimen dasar perairan teluk Balikpapan telah dianalisis bobot residu-residu HK total, n-alkana, aromatik, dan ekstrak bahan organik. Tabel berikut adalah hasil analisis gravimetri.

Tabel 5. Hasil Gravimetri Residu HK pada Sedimen Perairan Teluk Balikpapan dalam mg/kg

Lokasi Sampel	Ekstrak Bahan Organik (EBO)	Frakasi n-alkana (F.Al)	Frakasi aromatik (F.Ar.)	Hidrokarbon Total (HT)
01	186,99	55,59	60,65	116,24
02	419,25	131,81	120,70	252,51
03	303,20	102,00	100,60	202,6
04	451,49	147,22	171,66	318,28
05	761,60	107,52	89,09	396,81
06	367,48	146,12	105,61	251,73
07	358,47	119,97	87,12	207,09
08	475,80	155,75	128,35	284,1
09	179,99	76,74	50,23	126,97
10	393,97	141,77	92,52	234,29
Blanko	83,91	24,76	5,50	30,26

Sumber : Hasil Analisis Gravimetri Juli 1998

#### 1. Ekstrak Bahan Organik (EBO)

Dari 10 lokasi titik sampel diperoleh kisaran ekstrak bahan organik sedimen tersuspensi 179,99 - 761,60 mg/kg. Bobot tertinggi ditemukan pada titik sampel 05 dan terendah pada daerah 09. Walaupun secara umum kandungan bahan organik dalam sampel belum dapat menjelaskan tingkat pencemaran, tetapi keadaan ini harus diwaspadai karena bahan organik dapat berasosiasi dengan logam-logam menjadi suatu senyawa organologam yang sangat toksik.

## 2. Fraksi Hidrokarbon n-Alkana

Hasil analisis gravimetri bobot residu HK n-alkana berkisar antara 55,59 - 307,52. Bobot tertinggi ditemukan pada lokasi 05 dan terendah pada lokasi 01. Berdasarkan asal-usul HK n-alkana di alam yaitu umumnya berasal dari limbah rumah tangga/industri dan peristiwa pirolitik melalui kebakaran hutan maka lokasi sampel 05 sangat rawan karena memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Selain kepadatan penduduk daerah 05 juga merupakan arah arus dalam pasang surut perairan. Dengan demikian bobot ekstrak bahan organik dan fraksi n-alkana yang ditemukan pada radius ini dapat berasal dari lokasi sampel lainnya.

Walaupun fraksi n-alkana relatif kurang berbahaya namun residu yang persisten memungkinkan terjadinya asosiasi dengan logam berat. Oleh karena itu diperlukan identifikasi lebih lengkap mengenai jenis HK n-alkana pada sedimen teluk sehingga secara reaksi kimia dapat diramal kemungkinan residu HK n-alkana yang membentuk organologam. Diketahui bahwa selain toksisitas organologam yang berbahaya juga dapat menyebabkan baiknya persistensi pencemar tersebut sehingga memungkinkan terjadinya bioakumulasi melalui biomagnifikasi dan biotransformasi. Peristiwa ini sangat rawan jika terjadi pada ikan-ikan perairan di mana sampai saat ini perairan teluk Balikpapan masih berfungsi sebagai areal penangkapan ikan.

## 3. Fraksi Aromatik (F. Ar)

Hasil analisis gravimetri fraksi HK aromatik berkisar antara 50,23 - 171,06 mg/kg sedimen kering. Jumlah tertinggi ditemukan pada lokasi sampel 04 dan terendah pada daerah 09. Dari data ini menunjukkan bahwa bobot ekstrak bahan organik yang tinggi tidak selalu diikuti dengan bobot HK aromatik yang tinggi pula. Berdasarkan asal muasal HK aromatik di alam sangat dipengaruhi oleh umur sedimen dan tumpahan minyak bumi, maka pada daerah 04 sering terjadi tumpahan minyak bumi. Hal ini sangat memungkinkan karena daerah 04 adalah pelabuhan tanker pertamina yang bertugas membawa minyak mentah. Bobot fraksi aromatik yang ditunjukkan daerah 04 berada di atas ambang batas di mana NAB total



aromatik 144 ppm. Tetapi secara keseluruhan daerah tercemar hanya terdapat di daerah 04 sedangkan lainnya relatif aman.

Walaupun secara kuantitatif perairan teluk Balikpapan belum tercemar residu HK aromatik, namun reaktivitas HK aromatik untuk berasosiasi dengan unsur lain termasuk logam sangat tinggi maka di khawatirkan senyawa-senyawa aromatik ini menjadi lebih berbahaya. Diketahui bahwa persistensi HK aromatik di alam sangat tinggi sehingga memungkinkan terjadinya bioakumulasi terhadap biota perairan. Oleh karena itu manajemen pelabuhan yang berwawasan lingkungan sangat diperlukan dalam rangka mengantisipasi kejadian yang tidak diinginkan. Hidrokarbon aromatik khususnya poliaromatik telah diketahui adalah karsinogen. Melalui rantai makanan masyarakat dapat bertindak sebagai konsumen tingkat III. Hal ini diperlukan pemantauan secara terus menerus untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Bobot ekstrak fraksi HK aromatik yang secara umum berada di bawah nilai ambang batas bukan merupakan informasi yang menggembirakan karena tumpahan minyak bumi yang terus menerus sulit dipantau. Selain itu konsumsi masyarakat terhadap ikan-ikan yang tertangkap di sekitar perairan teluk tak dapat dihindari di mana pada gilirannya melebihi NAB dalam tubuh.

#### 4. Hidrokarbon Total (HKT)

Hasil analisis gravimetri total hidrokarbon di perairan teluk Balikpapan berkisar antara 116,24 - 396,61 mg/kg sedimen kering. Bobot tertinggi ditemukan pada lokasi 09 di mana sebelumnya pada lokasi ini juga memiliki kepekatan tinggi ekstrak bahan organik dan residu HK n-alkana, tetapi residu HK aromatik relatif rendah. Dari segi letak geografis lokasi 09 merupakan lekukan teluk di mana diduga asal-muasal HK aromatik dapat berasal dari lokasi lain yang terbawa oleh arus.

Menurut National Academy of Sciences (1975) suatu daerah dikatakan tercemar hidrokarbon bila mencapai kepekatan > 100 mg/kg sedimen kering, daerah tidak tercemar antara 70 - 100 mg/kg, dan tanpa adanya aktivitas manusia dalam suatu kompartemen akan ditemukan total HK sekitar 0,1 - 12 mg/kg sedimen kering.

Jumlah rata-rata kepekatan paramater yang diukur dalam penelitian ini disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 6. Jumlah Rata-Rata Kepekatan Pencemar Organik Di Perairan Teluk Balikpapan Juli 1998

No	Jenis Parameter	Kepekatan Rata-Rata dalam mg/kg Sedimen Kering
1	Ekstrak Bahan Organik (EBO)	433,47
2	Residu Hidrokarbon n-Alkana (F.Al)	153,83
3	Residu Hidrokarbon Aromatik (F.Ar)	111,83
4	Residu Hidrokarbon Total (HKT)	665,56

Secara rata-rata kepekatan pencemar residu HK total diperairan teluk Balikpapan dalam keadaan tercemar, tetapi tingkat kerawanan atau bahaya lebih banyak tergantung kepada terjadinya asosiasi residu dengan unsur lain. Oleh karena itu kenyataan bahwa teluk dalam keadaan aman dapat dimungkinkan.

### 5. Perbandingan Fraksi n-Alkana dan Aromatik

Perbandingan fraksi n-alkana dan aromatik hasil gravimteri merupakan petunjuk tingkat pencemaran perairan teluk terutama yang disebabkan oleh HK aromatik. Berikut disajikan dalam bentuk Tabel.

Tabel 7. Perbandingan Gravimetri Residu Hidrokarbon Sedimen Laut Perairan Teluk Balikpapan Bulan Juli 1998

Lokasi	F.Al/F.Ar	F.Al/HKT (%)	F.Ar/HKT (%)	HKT/EBO (%)
01	0,92	48	52	62
02	1,09	52	48	60
03	1,01	50	50	66
04	0,86	47	53	70
05	3,45	77	23	52
06	1,38	58	42	68
07	1,38	58	42	69
08	1,21	55	45	59
09	1,53	60	40	70
10	1,53	60	40	59
Blanko	4,50	93	7	36

Jika perbandingan HK n-alkana dan aromatik memberikan nilai  $< 1$  menunjukkan bahwa dalam kompartemen didominasi oleh residu HK aromatik. Banyaknya senyawa aromatik merupakan petunjuk bahwa residu HK umumnya berasal dari antropogenik atau petroleum. Karena residu HK aromatik persisten dan toksik di lingkungan maka kompartemen dinyatakan rawan pencemaran.

Pada Tabel 3 nampak bahwa terdapat 2 lokasi sampling memberikan nilai perbandingan lebih kecil dari 1, sedangkan lainnya berkisar antara  $> 1 < .2$ . Ini berarti bobot residu HK aromatik dan n-alkana di teluk Balikpapan cukup berimbang dan dinyatakan dalam keadaan rawan pencemaran. Dengan demikian secara kuantitatif residu HK aromatik di teluk Balikpapan cukup mengkhawatirkan tetapi masih toleran.

Untuk ekstrak organik sedimen teluk, menunjukkan bahwa umumnya 60 % ke atas terdiri dari residu hidrokarbon total di mana 23 - 53 % merupakan residu HK aromatik. Dari keadaan ini dapat dinyatakan bahwa bahan organik sedimen dasar teluk didominasi residu HK, tetapi umumnya merupakan HK n-alkana. Dari segi kimia n-alkana mudah terurai pada bobot molekul rendah, tetapi juga persisten di lingkungan pada bobot molekul tinggi. Oleh karena itu secara kuantitatif HK total sedimen teluk Balikpapan juga perlu diwaspadai.

Jumlah rata-rata perbandingan residu HK disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel 8. Kuantitatif Rata-Rata Perbandingan Residu HK pada Sedimen Dasar Perairan Teluk Balikpapan Bulan Juli 1998

No	Parameter	Bobot Rata-Rata Perbandingan	Keterangan
1	F.A/F.Ar	1,436	relatif aman
2	F.A/HKT (%)	56,5	relatif aman
3	F.Ar/HKT (%)	43,5	relatif aman
4	HKT/EBO (%)	63,5	kurang aman

## B. Interpretasi Hasil Analisis Spektra Residu

Secara kualitatif pemeriksaan residu hanya dilakukan pada HK aromatik. Data kualitatif residu HK aromatik sangat penting karena golongan senyawa ini

tingkat bahayanya sangat tergantung kepada jumlah inti benzen dalam senyawa. Selain itu HK aromatik mudah berasosiasi dengan unsur-unsur lain di lingkungan seperti logam-logam dan non-logam. Dengan demikian data kualitatif mampu meramalkan transformasi pencemar residu HK di lingkungan.

Instrumen kimia yang digunakan untuk analisis kualitatif residu aromatik pada penelitian ini ialah Spektrofluorosensi-UV (sinkron). Dari 10 contoh atau sampel sedimen hanya dianalisis 9, namun diharapkan data ini dapat memberikan gambaran tingkat pencemaran HK aromatik yang terjadi di teluk Balikpapan.

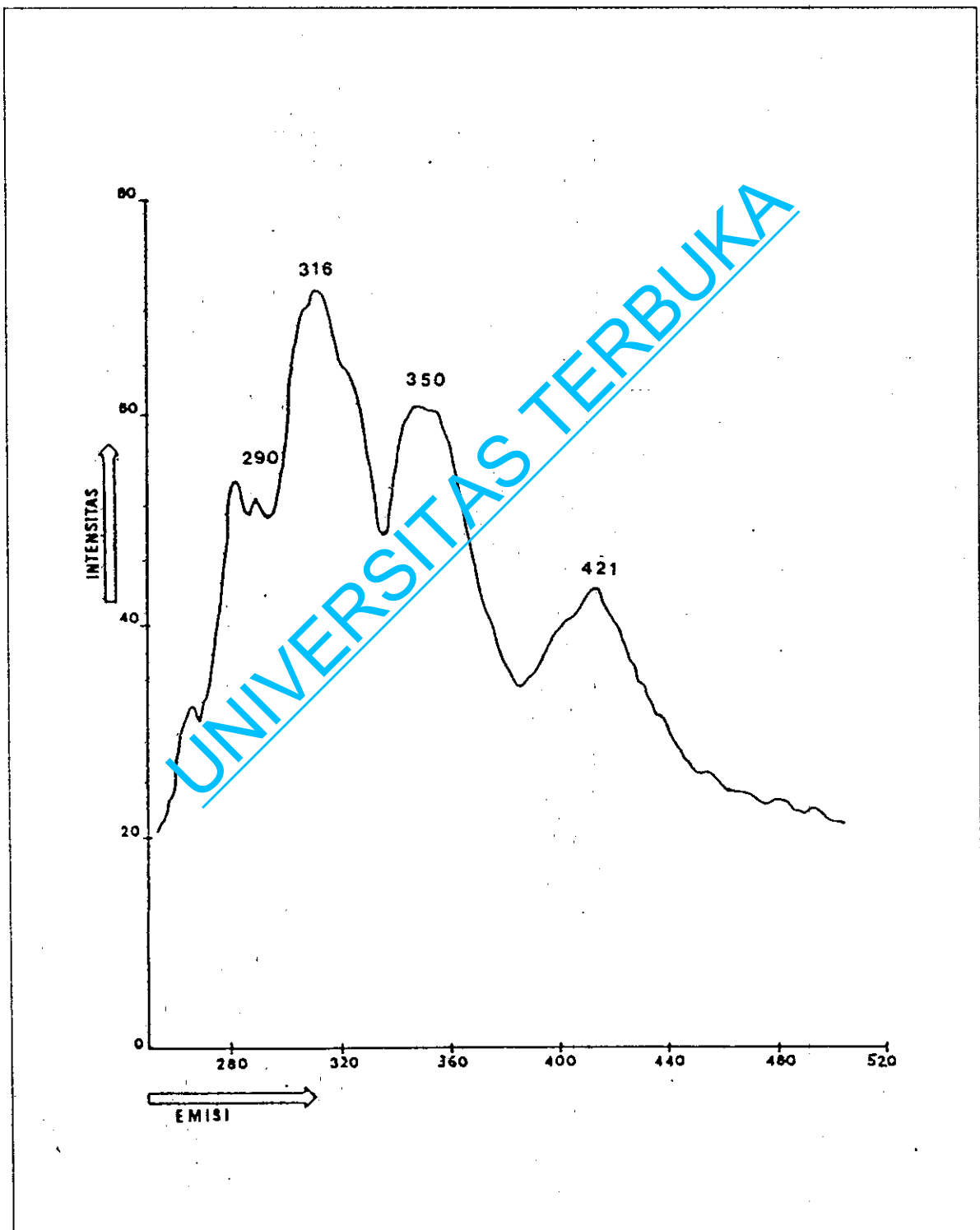
Fraksi aromatik yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Spektrofluoresensi-UV (sinkron). Spektra atau peak-peak hasil analisis dari setiap contoh pada panjang gelombang emisi tertentu disesuaikan dengan spektra contoh yaitu spektra aromatik minyak mentah Balikpapan. Hasil spektra dari setiap contoh memperlihatkan peak-peak yang serupa yaitu emisi utama pada panjang gelombang 301/316 nm. Panjang gelombang ini bersesuaian dengan spektra senyawa fluorentan atau turunannya, yaitu suatu senyawa polinti hidrokarbon yang biasa disebut poli aromatik hidrokarbon (PAH). Fluornten merupakan hidrokarbon aromatik cincin 4, dan sangat dominan dari hasil penelitian ini. Dari 9 lokasi contoh yang dianalisis, lokasi 8 dan 9, emisi utamanya pada panjang gelombang 321 nm di mana ia bersesuaian dengan senyawa naftalena, sedangkan contoh lokasi 6 emisi utama berada pada panjang gelombang 290 nm, yang bersesuaian dengan senyawa alkilbenzen.

Secara keseluruhan setiap contoh memperlihatkan profil yang mirip. Misalnya fenantren merupakan PAH cincin 3 yang ditemukan pada lokasi 3, 4, 5, dan 6 pada panjang gelombang 345 nm. Pada lokasi 2, 8, 9, dan 10 ditemukan emisi spektra pada panjang gelombang 369 nm yang berarti emisi PAH pyren yang merupakan senyawa aromatik cincin 4. Pada spektra contoh lokasi 2, 3, 9 dan 10 menunjukkan residu PAH yang kompleks dibanding lokasi lain.

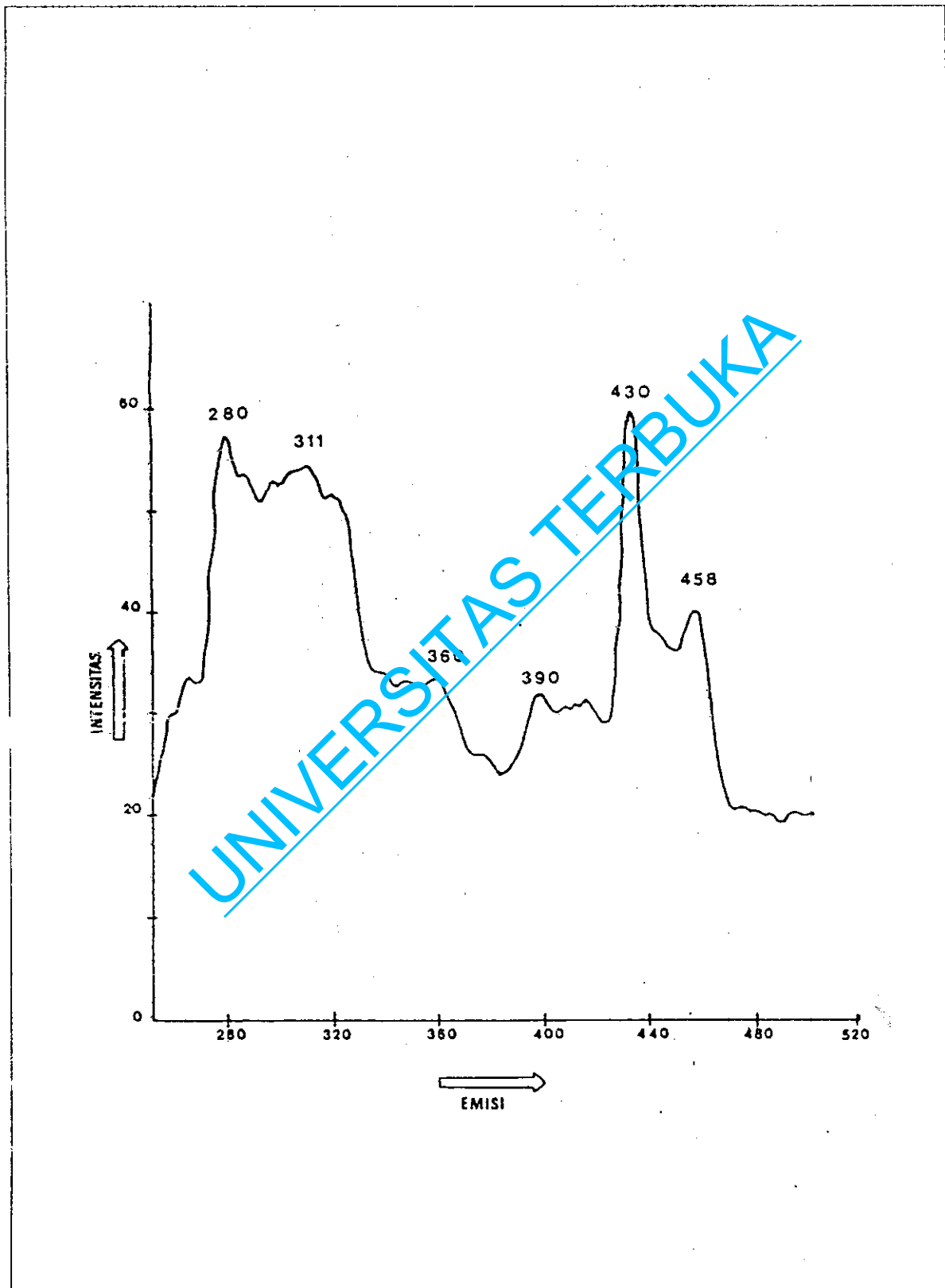
Pada setiap contoh mengandung fraksi-fraksi berat, yaitu hidrokarbon aromatik polinti dengan jumlah cincin besar seperti benzopyren 3,4 dan perylen, disamping masih terdapat fraksi berat yang tampak pada spektra panjang gelombang

di atas 450 nm. Fraksi-fraksi tersebut telah diketahui sangat toksik, karsinogenik, dan mutagenik.

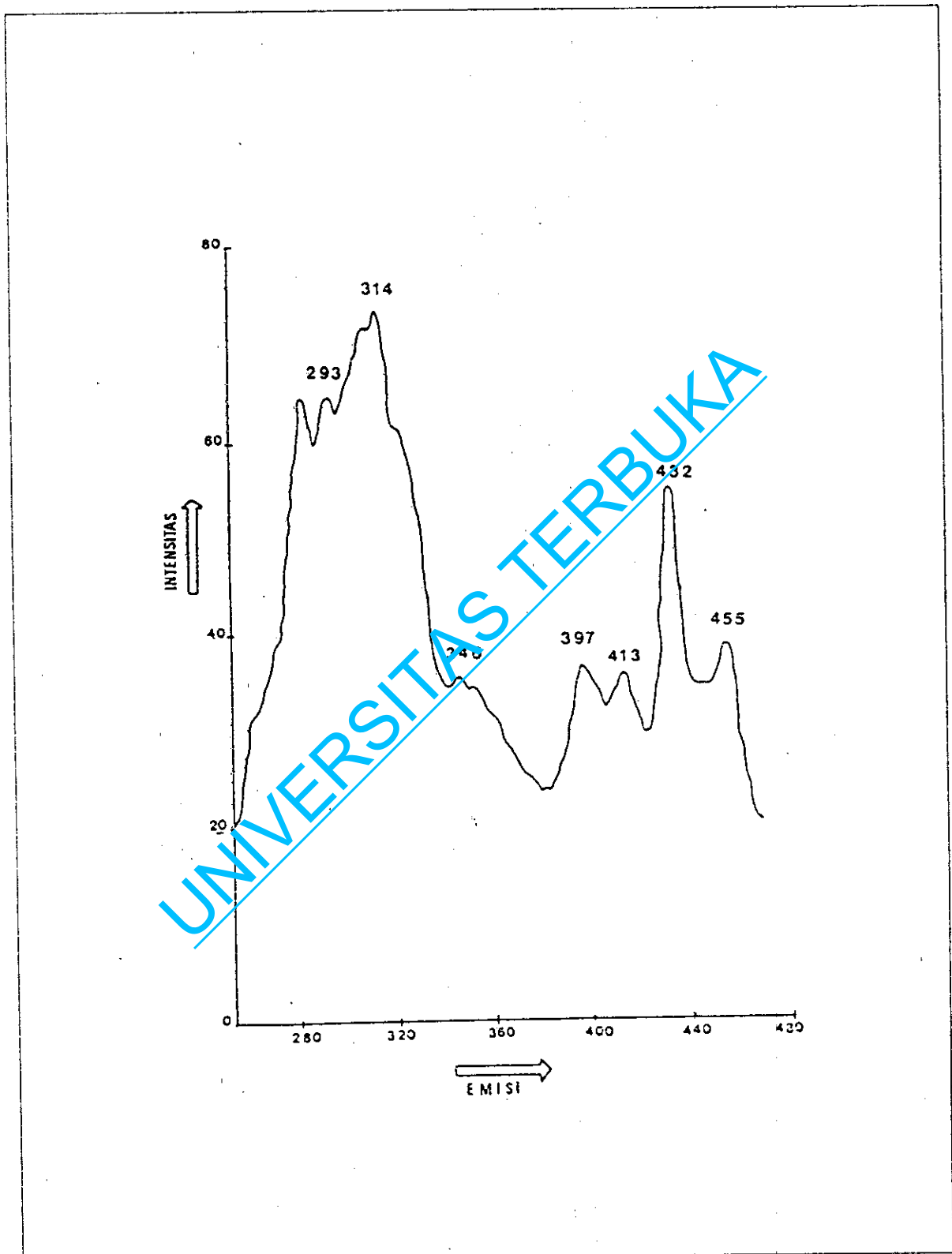
Secara rinci spektra hasil analisis Spektrofluoresensi-UV (sinkron) dari masing-masing contoh disajikan berikut ini.



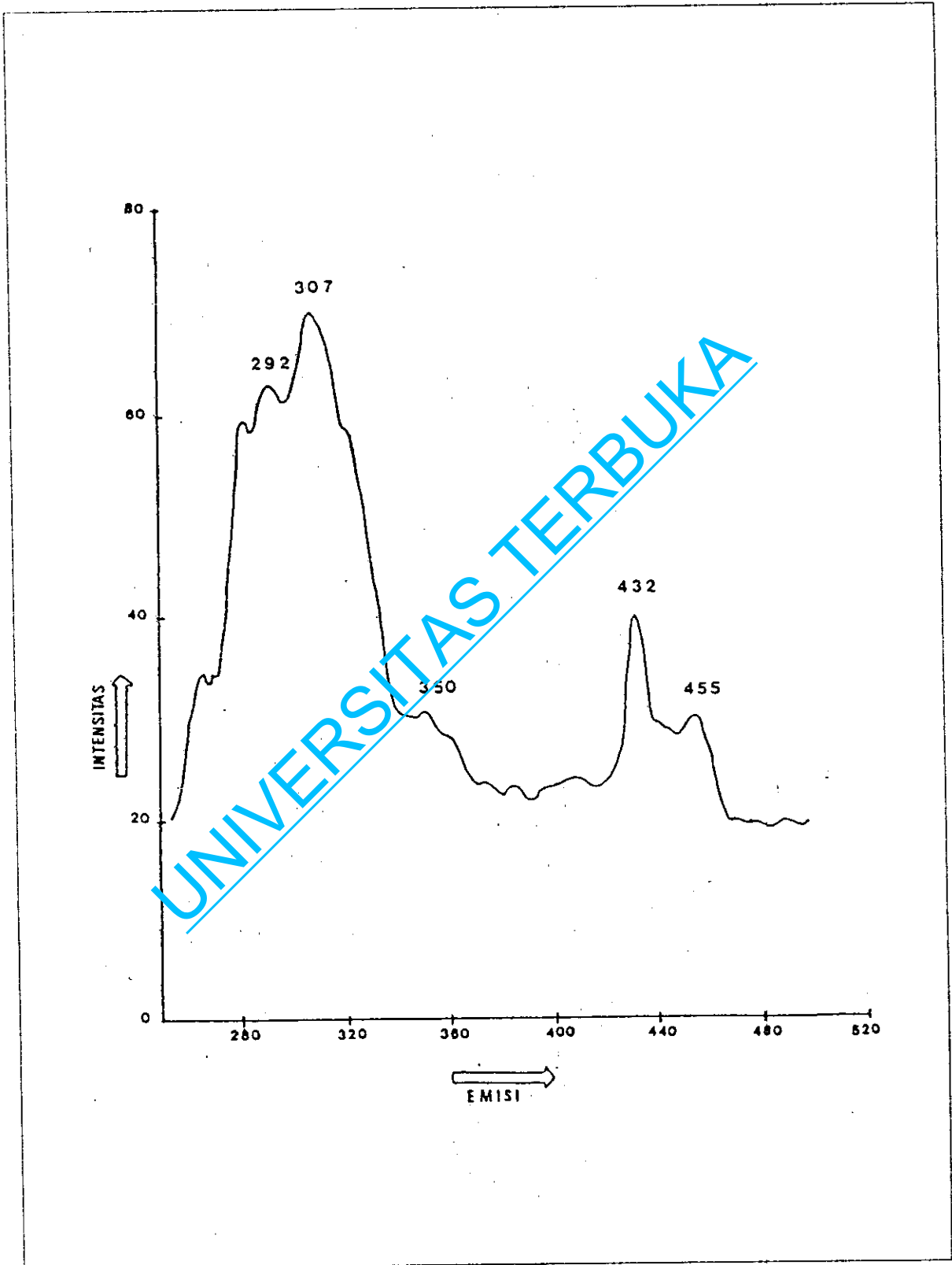
Gambar 3. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH Miryak Bumi Kalimantan Timur



Gambar 4. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 02

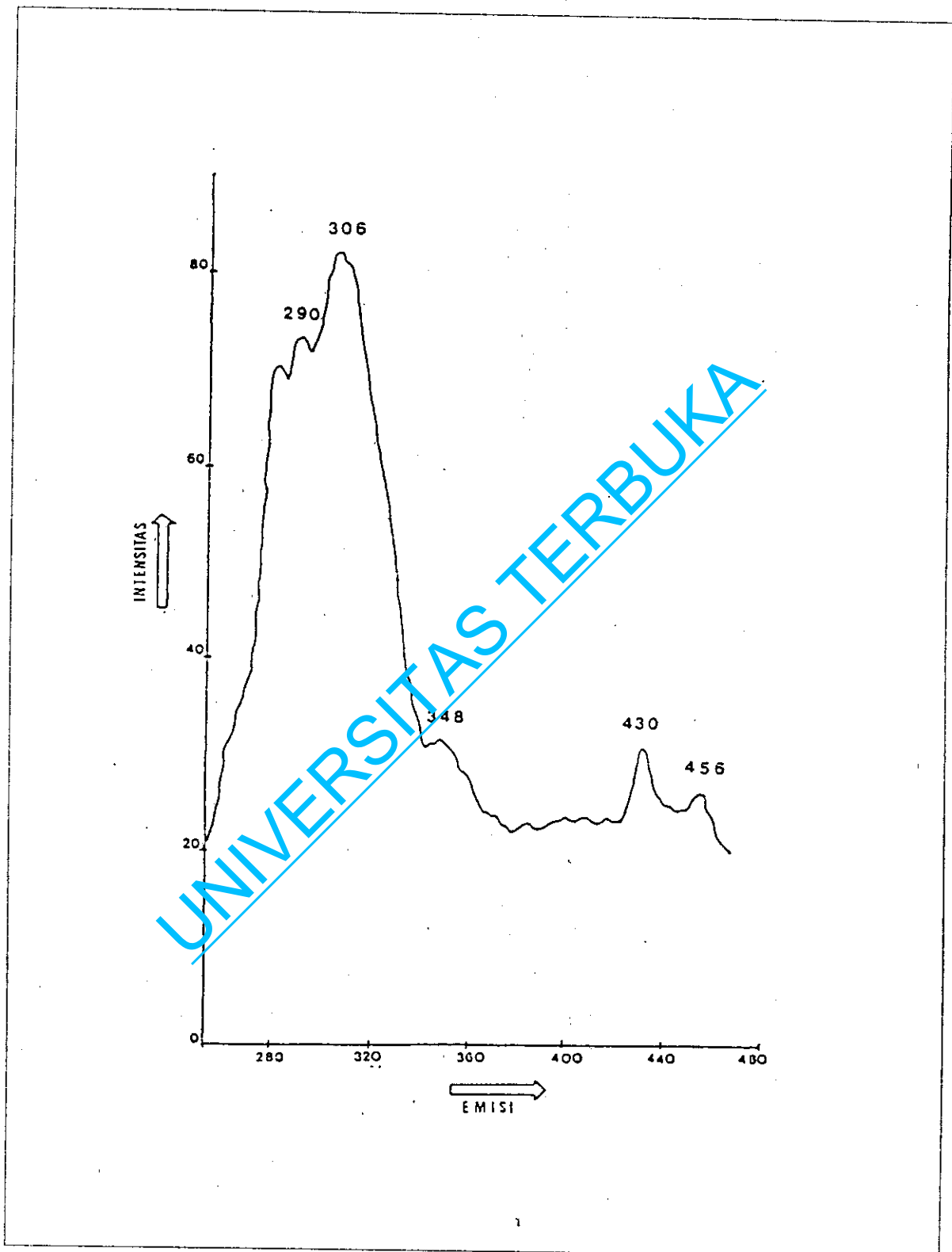


Gambar 5. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 03

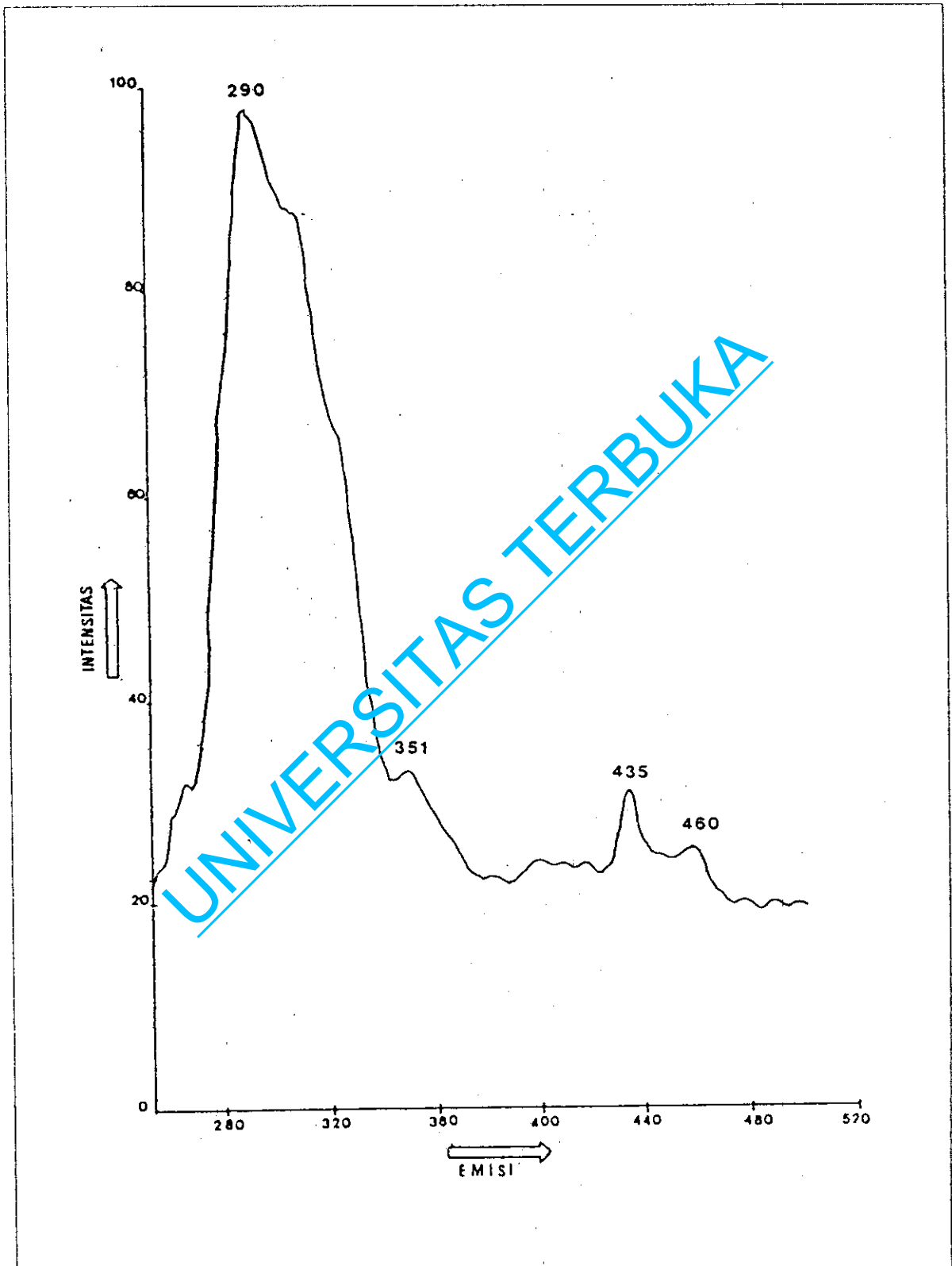


Gambar 6. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 04

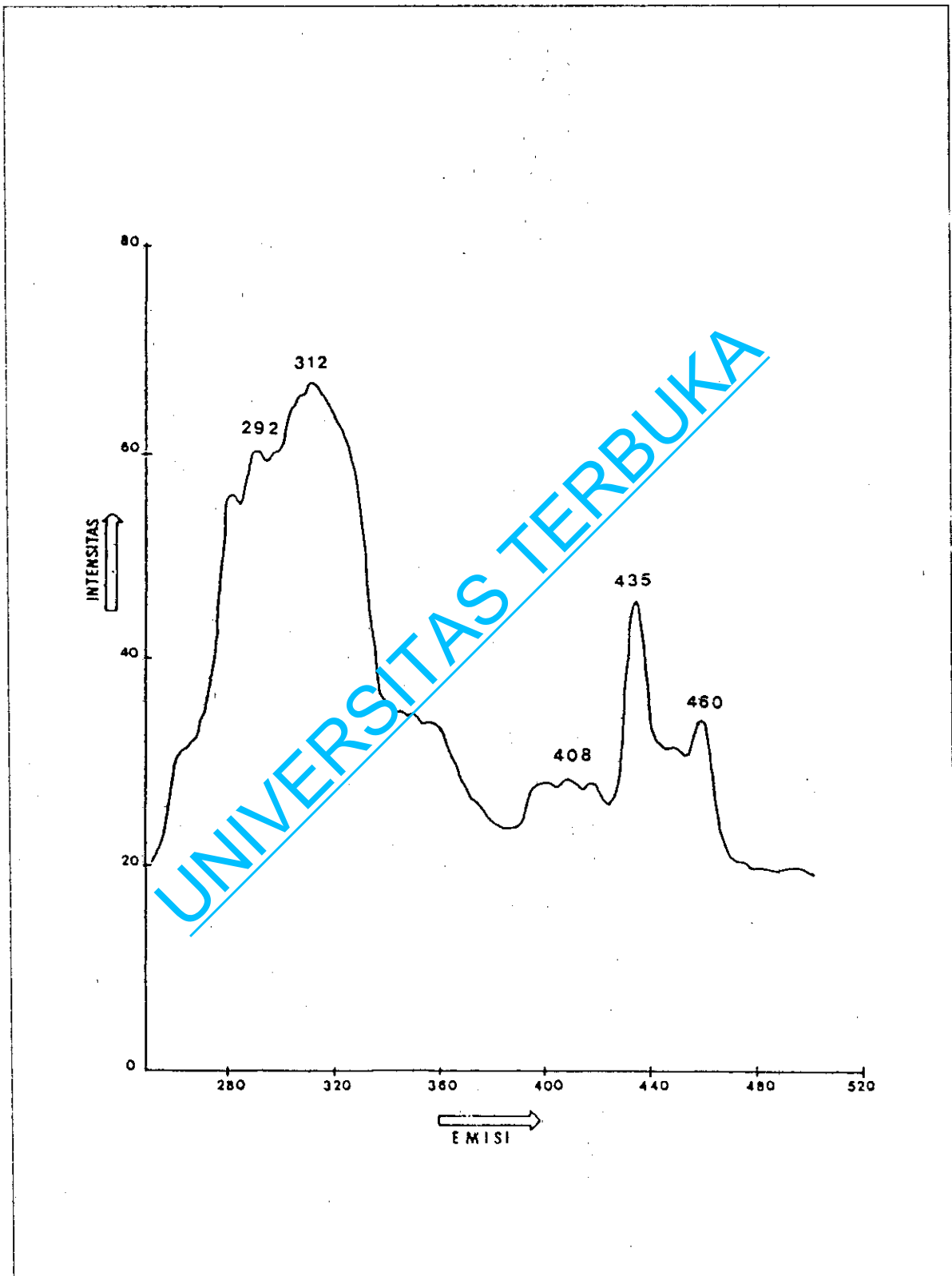




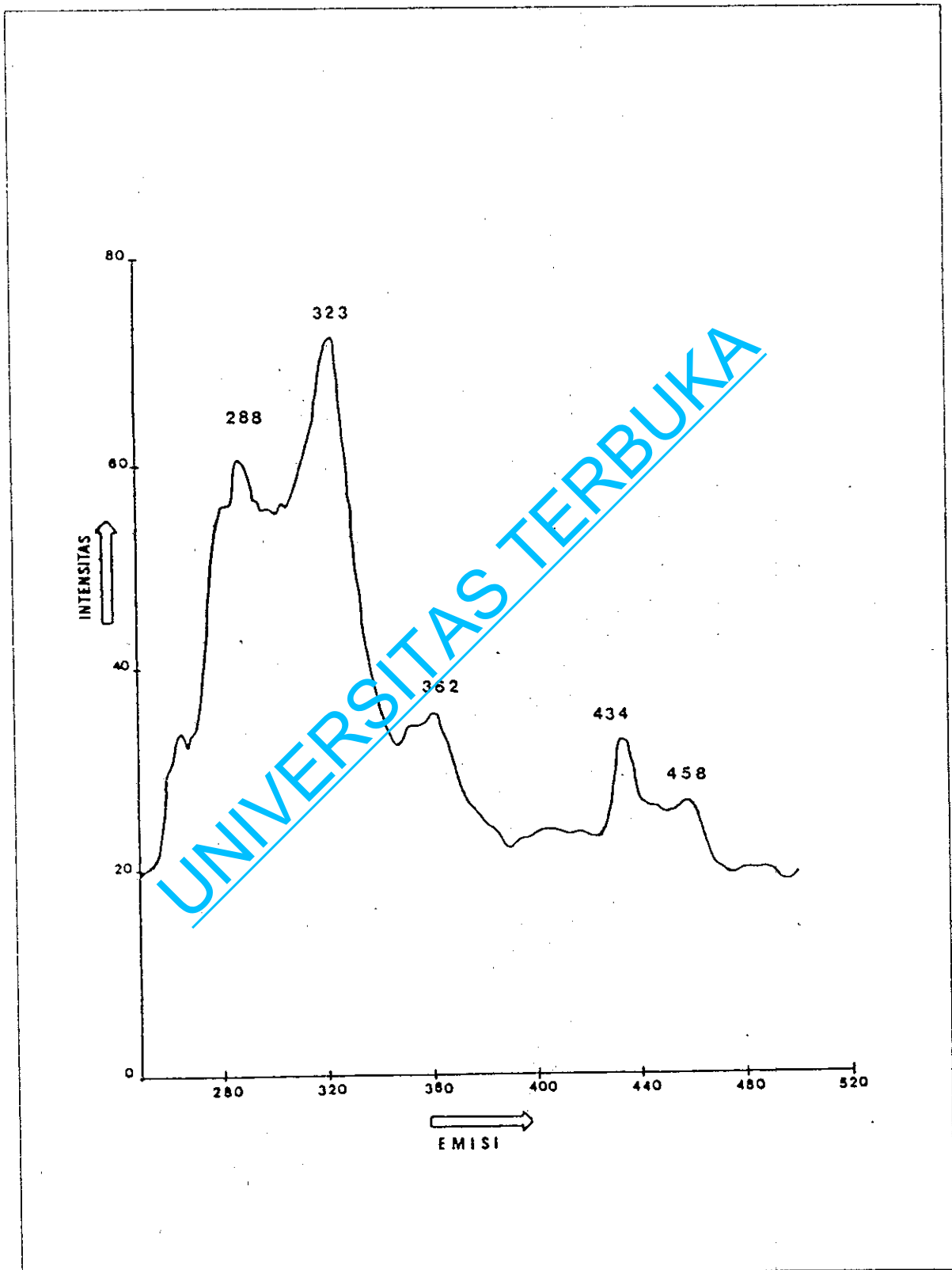
Gambar 7. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 05



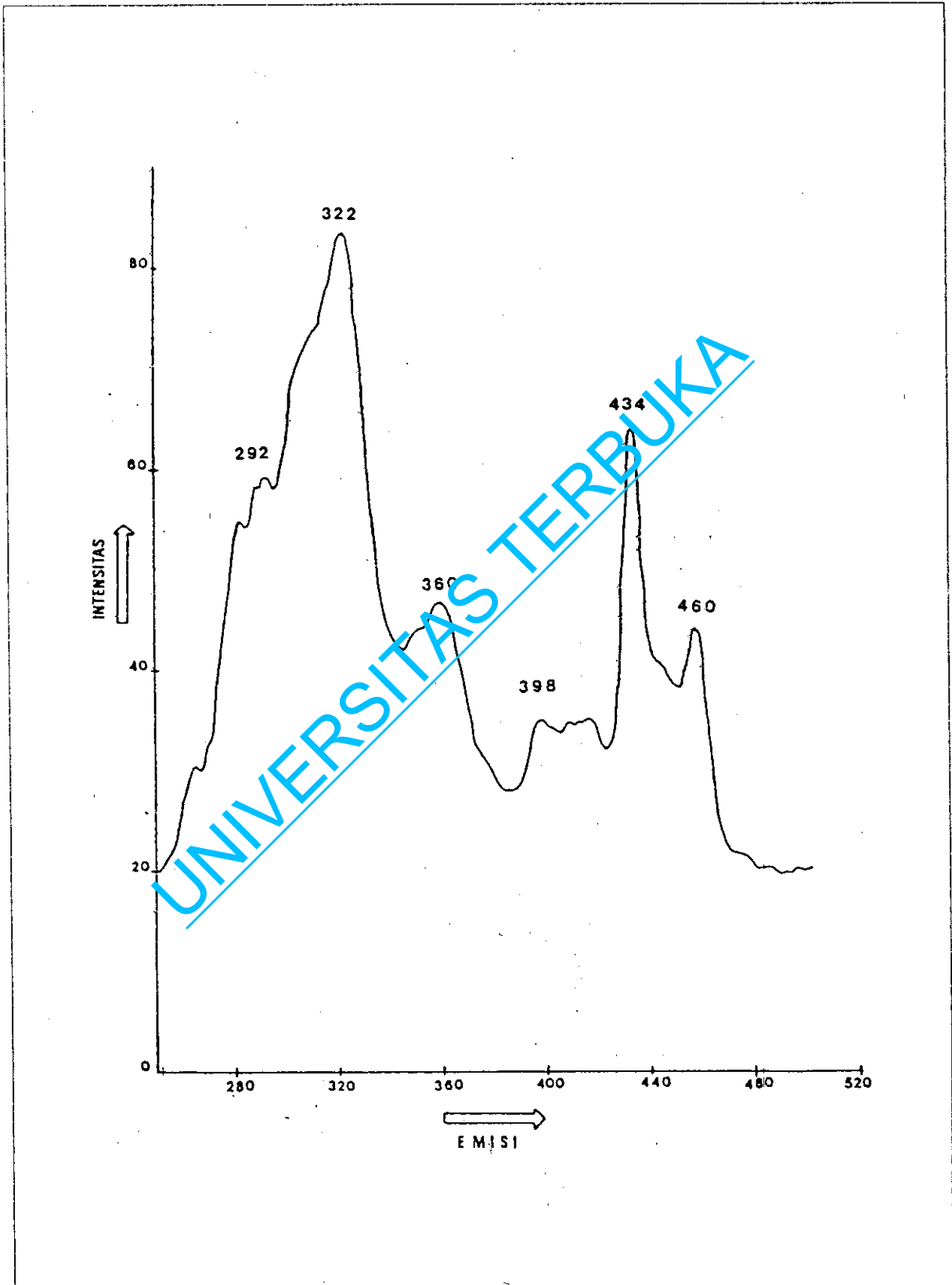
Gambar 8. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 06



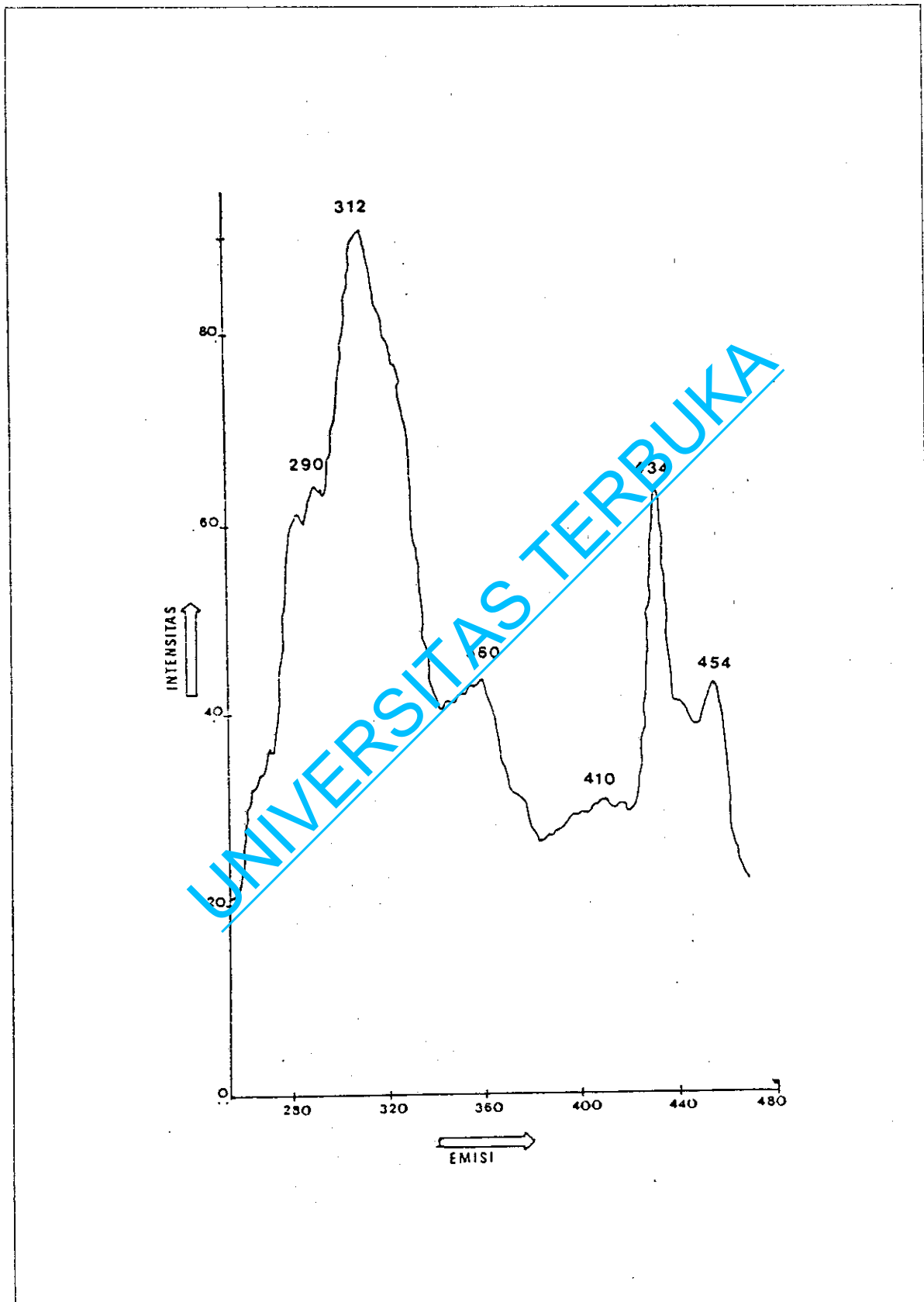
Gambar 9. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 07



Gambar 10. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 08



Gambar 11. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 09



Gambar 12. Spektra Spektrofluoresensi-UV PAH pada Contoh Lokasi 10

Keseluruhan hasil spektra di atas menunjukkan adanya PAH di daerah ini diduga berasal dari antropogenik yaitu minyak bumi dan pirolitik. Sumber tersebut dapat berasal dari aktivitas kapal motor, bongkar muat minyak mentah di pelabuhan Pertamina Balikpapan. Adanya pengaruh arus di setiap lokasi tidak persis sama, namun secara umum ada kemiripan.

Dari 9 lokasi contoh dan juga 9 spektra pada Gambar di atas, berikut disajikan rangkuman kemungkinan senyawa PAH yang ditemukan dalam sedimen teluk setelah dikonfirmasi dengan spektra standar yaitu minyak bumi Kalimantan Timur.

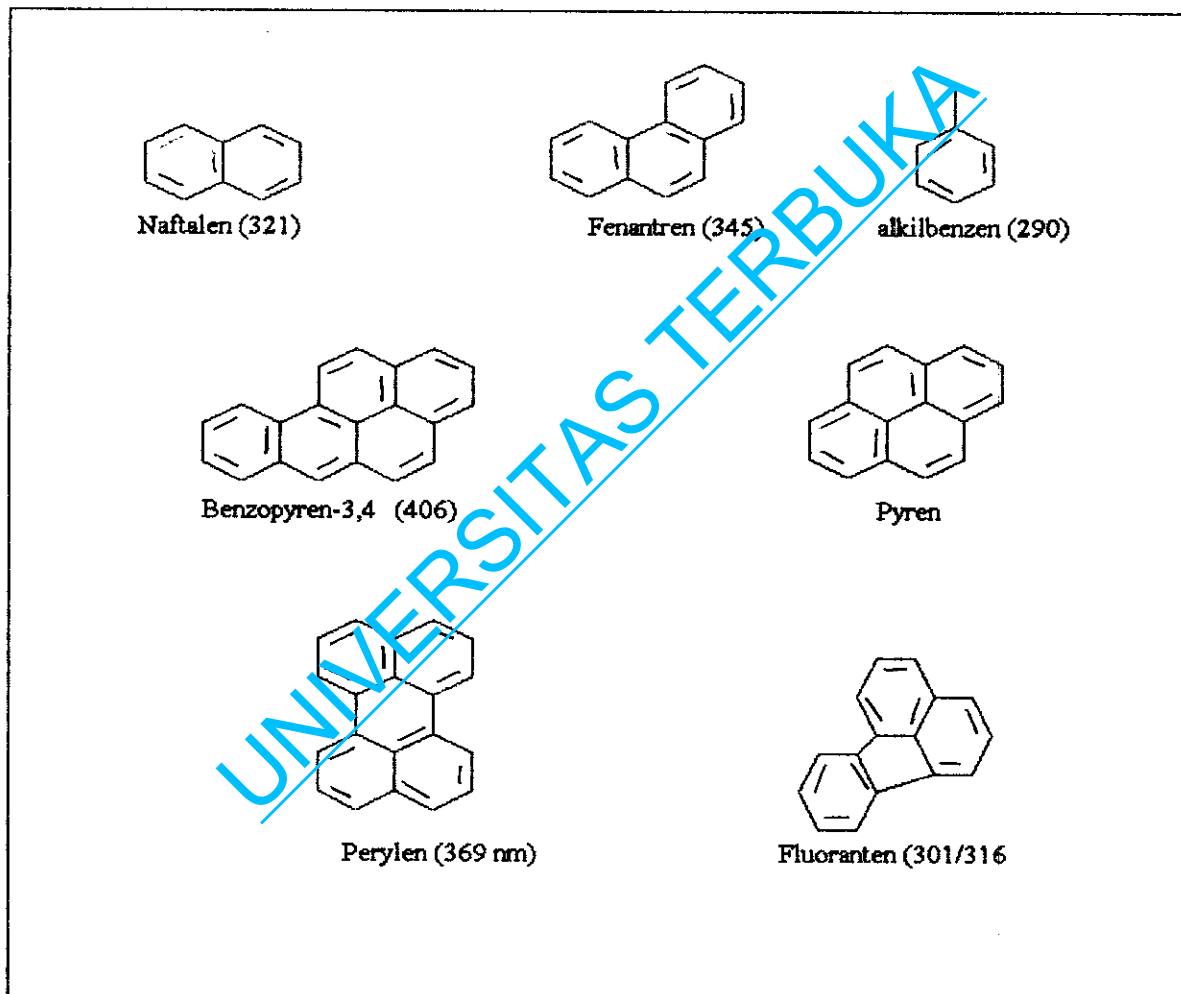
UNIVERSITAS TERBUKA

Table 9. Beberapa jenis senyawa PAH hasil analisis Spektrofлуoresensi-UV terhadap Sedimen Dasar Teluk Balikpapan Tahun 1998

Lokasi	Panjang Gelombang Emisi dalam nm	Jenis Hidrokarbon Aromatik
02	280	Alkilbenzen (cincin 1)
	311	Fluoranten (cincin 4)
	360	Pyren (cincin 4)
	399	Benzopyren 3,4 (cincin 5)
	433	Perylen (cincin 5)
03	293	Alkilbenzen (cincin 1)
	314	Fluoranten (cincin 4)
	346	Fenantren (cincin 3)
	397/413	Benzopyren-3,4 (cincin 5)
04	432	Perylen (cincin 5)
	292	Alkilbenzen (cincin 1)
	307	Fluoranten (cincin 4)
	350	Fenantren (cincin 3)
05	432	Perylen (cincin 5)
	290	Alkilbenzen (cincin 1)
	306	Fluoranten (cincin 4)
	349	Fenantren (cincin 3)
06	430	Perylen (cincin 5)
	290	Alkilbenzen (cincin 1)
	351	Fenantren (cincin 3)
	435	Perylen (cincin 5)
07	292	Alkilbenzen (cincin 1)
	342	Fluoranten (cincin 4)
	402	Benzopyren-3,4 (cincin 5)
	425	Perylen (cincin 5)
08	283	Alkilbenzen (cincin 1)
	323	Naftalen (cincin 2)
	362	Pyren (cincin 4)
	434	Perylen (cincin 5)
09	292	Alkilbenzen (cincin 1)
	322	Naftalen (cincin 2)
	360	Pyren (cincin 4)
	398	Benzopyren-3,4 (cincin 5)
	434	Perylen (cincin 5)
10	290	Alkilbenzen (cincin 1)
	322	Fluoranten (cincin 4)
	360	Pyren (cincin 4)
	410	Benzopyren-3,4 (cincin 5)
	434	Perylen (cincin 5)
Blank	289	Alkilbenzen (cincin 1)
	351	Fenantren (cincin 3)
	414	Benzopyren-3,4 (cincin 5)



Secara umum dari 10 lokasi contoh senyawa PAH yang ditemukan semua lokasi ialah alkilbenzen, dan perylen. Fluoranten ditemukan pada lokasi 2, 3, 4, 5 dan 7, sedangkan pyren terdapat pada lokasi 2, 8, 9, dan 10. Dengan demikian residu hidrokarbon pada sedimen dasar teluk terkontaminasi hidrokarbon poli aromatik mulai dari cincin satu sampai yang lebih kompleks. Berikut disajikan struktur kimia PAH yang ditemukan di teluk Balikpapan.



Gambar 13. Struktur Kimia Hidrokarbon yang Ditemukan dalam sedimen Dasar Teluk Balikpapan Beserta Panjang Gelombang Emisi Masing-Masing, Tahun 1998

### C. Tingkat Pencemaran Residu HK Di Teluk Balikpapan

Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa konsentrasi residu HK aromatik poliaromatik yang bersifat toksik berkisar 0,2 - 10 ppm, dan pada konsentrasi 5 - 1000 ppb telah bersifat mematikan (sub letal). Sifat toksik itu akan menyebabkan terjadinya perubahan perilaku organisme dan pertumbuhan yang abnormal bagi biota yang terkontaminasi, seperti pada ikan dan udang.

Hidrokarbon aromatik yang mengandung cincin benzen 4, 5, dan 6 cenderung lebih karsinogenik daripada PAH yang lebih kecil. Hidrokarbon aromatik yang ditemukan pada sedimen dasar teluk Balikpapan berkisar 1 sampai 5 cincin. Dengan demikian perairan teluk Balikpapan cukup rawan, kecuali pemasukan residu HK ke perairan dapat dihentikan. Diketahui bahwa waktu paruh PAH berkisar antara 2 sampai 60 hari. Jadi dengan pemutusan rantai pemasukan sumber HK ke perairan dapat menghilangkan bobot residu residu HK sampai kepada yang sekecil-kecilnya.

Adanya senyawa PAH yang memiliki cincin >3 merupakan petunjuk bahwa sumber PAH berasal dari minyak bumi (petroleum). Dengan demikian jenis PAH yang ditemukan pada sedimen dasar teluk Balikpapan dapat dikatakan berasal dari minyak bumi. Hal ini didukung oleh kesesuaian spektranya dengan spektra minyak bumi Kalimantan Timur (sebagai pembanding), seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 tersebut, nampak bahwa spektra memberikan panjang gelombang emisi 290 nm yang bersesuaian dengan alkilbenzen, 316 nm untuk fluoranten, 350 nm untuk fenantren, serta 421 nm untuk benzopyren-3,4 dengan emisi utama fluoranten. Spektra ini menunjukkan hasil yang mirip dengan masing-masing contoh.

Menurut Connel (1983) senyawa PAH dapat membioakumulasi dalam biota perairan baik melalui absorpsi langsung maupun rantai makanan. Sifat PAH yang resisten di lingkungan biotik dan abiotik sangat potensial untuk terbioakumulasi kepada manusia melalui rantai makanan. Jenis-jenis PAH yang telah ditemukan dalam sedimen dasar perairan teluk Balikpapan perlu diwaspadai terutama terjadinya biomagnifikasi melalui ikan-ikan yang tertangkap di perairan teluk, di mana ikan-ikan ini akan dikonsumsi oleh masyarakat. Fungsi perairan teluk masih

sebagai areal penangkapan ikan merupakan ancaman bagi masyarakat sehubungan dengan penemuan penelitian ini. Dengan demikian sistem manajemen pelabuhan Balikpapan perlu lebih ditingkatkan khususnya yang berhubungan dengan kegiatan pelabuhan Pertamina Balikpapan.

Secara gravimetri residu total HK aromatik, total HK, dan HK n-alkana, belum dapat memberikan penjelasan dalam hubungannya dengan nilai ambang batas, karena toksisitas HK lebih banyak disebabkan oleh senyawa aromatik. Dalam penelitian ini ditemukan bobot total aromatik antara 50,23 - 171,66 ppm. Tetapi bobot ini merupakan berat total daripada aromatik. Jika residu aromatik yang ditemukan didominasi PAH yang memiliki cincin > 3 maka situasi teluk berada pada kondisi subletal. Akan tetapi sampai saat ini perairan masih dalam situasi aman.

UNIVERSITAS TERBUKA

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini ialah :

1. Secara gravimetri diperoleh perbandingan fraksi n-alkana dan aromatik antara 0,86 - 3,45, yang berarti residu HK dalam teluk didominasi oleh PAH, dengan demikian perairan teluk Balikpapan dapat dinyatakan telah tercemar namun masih dalam keadaan berimbang. Dengan waktu paruh residu HK aromatik yang relatif singkat maka bobot residu aromatik akan berkurang dalam waktu yang singkat pula kecuali pemasukan PAH ke perairan sangat tinggi..
2. Tingginya kadar PAH dalam teluk Balikpapan merupakan petunjuk bahwa sumber terbesar pencemar HK yang masuk ke teluk berasal dari petroleum atau minyak bumi.
3. Jenis-jenis senyawa PAH yang ditemukan dalam sedimen dasar perairan teluk Balikpapan ialah; alkilbenzen (cincin 1), fluoranten (cincin 3/4), naftalen (cincin 2), Fenantren (cincin 3), pyren (cincin 4), benzopyren-3,4 (5), dan perylen (5).
4. Berdasarkan jenis-jenis PAH di atas maka secara kualitatif perairan teluk Balikpapan telah tercemar residu HK yang toksik yang berasal dari petroleum.
5. Dari analisis kualitatif jenis-jenis senyawa PAH yang ditemukan sangat bersesuaian dengan spektra contoh minyak bumi Kalimantan Timur, dengan demikian beberapa senyawa tersebut berasal dari petroleum Kalimantan Timur.

#### B. Saran

Saran dari penelitian ini ialah :

1. Sebaiknya pemantauan residu HK di teluk Balikpapan dilakukan secara berkala oleh pemerintah daerah setempat.
2. Pengawasan dan pemanfaatan pelabuhan yang berwawasan lingkungan lebih diperketat, terutama kapal-kapal yang memuat minyak mentah
3. Dihimbau kepada para nelayan mengambil jarak jauh lokasi radius penangkapan ikan untuk mencegah menangkap ikan yang telah terkontaminasi residu HK.

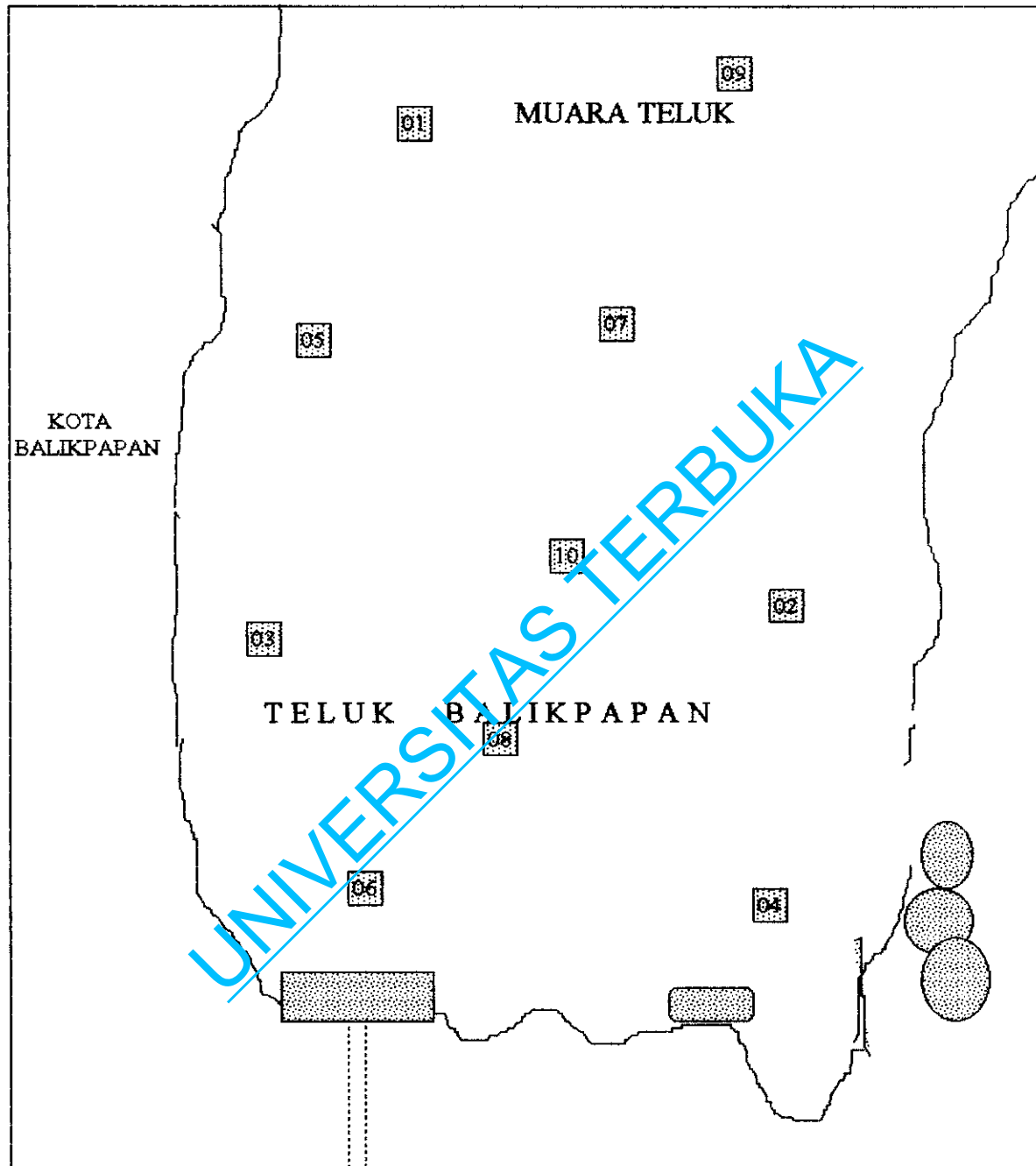
## DAFTAR PUSTAKA

- Bagg, J. 1981. *Distribution of Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from southeastern Australia*, Aust. J. Mar. Fresh-Water Res. 32, 65 - 73.
- Connel, D. W. 1981. *Petroleum Hydrocarbons in the Hudson Raritan Estuary*. Marine Sciences Research Center, State University of New York, Stony Brook, Working Paper 3.
- \_\_\_\_\_. 1982. *An approximate petroleum hydrocarbon budget for the Hudson Raritan Estuary, New York*. Mar. Pollut. Bull. 13, 87.
- GESAMP. 1977. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. *Impact of Oil on the Marine Environment, Rep. Study No. 6*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Gilchrist, C. A. 1972. *The Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in the environment by glass gas chromatography*. Anal. Chem. 50, 243.
- Ghitarina. 1997. *Analisis Logam Berat Terhadap Sedimen Dasar Perairan Teluk Balikpapan*. LEMLIT, UNMUL. Samarinda.
- Hansen, H. P. 1977. *Photodegradation of Hydrocarbon Surface Film*. Rapp. P-v. Reun Cons. Int. Explor. Mer. Environ. 4, 279.
- Hites, R. A. 1977. *Sedimentary polycyclic aromatic hydrocarbons : The historical record*. Science 198, 829.
- Kallio, R. E. 1976. *The Variety of Petroleum and Their Degradations dalam Sources, Effects and Sinks of Hydrocarbons in the Aquatic Environment*. The American Institute of Biological Sciences, Washington, D. C. halm. 120.
- Korte, J. and Boedefeld, E. 1978. *Ecotoxicological review of global impact on petroleum industry and its products*. Ecotoxicol. Environment. Safety. 2, 55.
- Miller, G. J. 1982. *Ecotoxicology of petroleum hydrocarbons in the marine environment*. J. Appl. Toxicol. 2, 88.
- Neff, J. M. 1979. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment*. Applied Sciences Publishers, London.



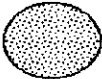


- Noor, A. 1987. *Karakteristik Residu Hidrokarbon Pada Sedimen Laut Pantai Balikpapan*. LEMLIT, UNHAS. Ujung Pandang.
- Sanders, H. L. 1980. *Anatomy of an Oil Spill: Long-term Effects from the Grounding of the Barge Florida off West Falmouth, Massachusetts*. J. Mar. Res. 32, 265.
- Teal, J. M. 1977. *Food Chain Transfer of Hydrocarbons* dalam D. A. Wolfe (Ed.) *Fate and Effects of Petroleum Hydrocarbons in Marine Organisms and Ecosystem*. Pergamon Press. New York, hlm. 247.

UNIVERSITAS TERBUKA

Lampiran 1. Sket Teluk Balikpapan dan Titik Sampling.



## KETERANGAN :

-  = Pelabuhan Semayang
-  = Pelabuhan Pertamina
-  = Tangki Minyak Bumi
-  -  = Titik sampling