

# ANALISIS HIDROKARBON SEBAGAI ALAT DALAM PENELITIAN EKOLOGI

Oleh :

DR. Wahjudi Wisaksono

## SARI

Tanah air kita sebagian besar terdiri dari lautan. Bagian daratannya hanya kira kira 33 persen. Kekayaan laut kita termasuk di kawasan Samudra Indonesia masih merupakan rahasia. Sesuatu hal yang tidak boleh dilupakan ialah laut dan isinya banyak dimanfaatkan untuk pangan (ikan, kepiting, cumi, kerang, ganggang, dan lain-lain) juga dimanfaatkan untuk kepentingan ilmu pengetahuan.

Pada lingkungan laut terdapat berbagai senyawa organik, seperti asam amino terutama lysine, karbohidrat, hidrokarbon, hidrokarbon biogenik yang baru, hidrokarbon-hidrokarbon yang berasal dari bahan bakar fosil, asam karbon, dan lain-lain.

Adanya hidrokarbon dari tipe-tipe tertentu di dalam air laut dapat berfungsi sebagai petunjuk dari mana ia berasal. Dalam konteks untuk pemanfaatan penelitian ekologi kelautan analisis hidrokarbon merupakan suatu cara yang cukup canggih pada saat ini guna mengikuti proses-proses biologis yang terjadi di laut.

## ABSTRACT :

*The Indonesian archipelago in its largest part consist of water. The land portion is only 33 percent. The marine resources including those of the Indonesian Ocean are largely unknown.*

*The seas and their contents are used as a source of food as well as a subject for scientific research. In the marine environment various organic compounds can be detected, such as amino acids lysine, carbohydrates, fossil hydrocarbons, biogenic hydrocarbons of recent origin, carbonic acid, etc.*

*The existence of certain types of hydrocarbons in the marine environment, can function as an indication of their origin. Hydrocarbon analysis can be applied succesfully to marine ecological research and it is a powerful tool to follow biological processes which do occur in the marine environment.*

## I. PENDAHULUAN.

Penulis memilih subyek ini untuk dibahas, karena laut merupakan bagian yang besar dari Tanah Air yang mengandung banyak hal-hal dan fenomena yang masih merupakan rahasia, lagi

pula laut memberi pangan kepada umat manusia.

Sebagai seorang ahli kimia yang bekerja di industri minyak bumi, dalam hal ini khususnya Lemigas yang melakukan riset di bidang perminyakan analisis hidrokarbon merupakan suatu

### Catatan Penulis :

Sungguhpun ceramah ini diadakan 16 tahun yang lalu, dan teknologi maupun metode telah berkembang namun cara pendekatan dan himbauannya masih berlaku.

aktivitas yang cukup fundamental.

Dalam pembahasan selanjutnya penulis akan mencoba menggambarkan bahwa suatu kerja sama yang baik antara dua disiplin, yaitu ilmu kimia, khususnya analisa dan biologi, khususnya biologi bahari dapat memberi cara-cara/metoda-metoda yang unik untuk memperoleh pengertian yang lebih mendalam mengenai fenomena-fenomena yang terjadi di laut. Seperti hubungan-hubungan antara makanan dan yang dimakan, sedimentasi laut dan lain-lain.

## II. LINGKUNGAN LAUT

Di dalam lingkungan laut terdapat berbagai jenis senyawa organik seperti asam-asam amino, karbohidrat, hidrokarbon biogenik yang baru, hidrokarbon-hidrokarbon yang berasal dari bahan bakar fosil, asam karbon, dan lain-lain.

Untuk sebagian besar senyawa-senyawa ini berasal dari *phyto* atau *zooplankton*, dibawa oleh angin, atau berasal dari sedimen-sedimen darat dan laut.

Sedimen-sedimenpun untuk sebagian terjadi dari bahan-bahan organik karena dibentuk oleh ribuan bahkan jutaan organisme yang mati, sebagaimana terjadi beratus abad lamanya.

Suatu sumber yang baru misalnya sebagai akibat hasil industri minyak bumi dalam bentuk pencemaran.

Di dalam dinamika kehidupan di laut selalu terulang proses penyerahan kembali kepada alam zat-zat organik yang berasal dari organisme mati dan penggunaan dari zat-zat ini oleh organisme lain demi kelangsungan hidupnya.

Sebagian dari zat-zat organik tersebut adalah senyawa hidrokarbon yang selanjutnya disebut hidrokarbon.

Senyawa-senyawa ini hanya terdiri dari unsur-unsur C dan H seperti alkana, olefin, aromatik.

Di antara senyawa-senyawa di laut, hidrokarbon memegang posisi menengah mengenai waktu keberadaannya di laut.

Di kedua belah ekstrim adalah senyawa anorganik yang mempunyai kecepatan kembali asal (*turnover*) yang rendah sekali dan karena itu mempunyai waktu keberadaan yang sangat lama, sedang diekstrim yang lain senyawa-senyawa or-

ganis seperti asam karbon, asam amino, karbohidrat dan lain-lain mempunyai kecepatan kembali asal yang besar, cepat dimanfaatkan oleh biota di laut, karena itu mempunyai waktu keberadaan yang kecil. Hidrokarbon mempunyai waktu keberadaan yang cukup panjang, tergantung dari strukturnya, yaitu iso atau normal paraffine-kah, aromatik-kah, yang masing-masing mempunyai kecepatan penguraian oleh biota yang berbeda. Waktu keberadaan tersebut bervariasi dari beberapa bulan sampai beberapa tahun.

Di dalam variasi senyawa-senyawa hidrokarbon di laut suatu pertanyaan yang cukup fundamental adalah "Dapatkah hidrokarbon-hidrokarbon yang biogen dan yang berasal dari bahan bakar fosil dibedakan?"

## III. HIDROKARBON BIOGEN

Di dalam organisme hidrokarbon selalu akan berkumpul dan karena itu terdapat *difraksi lipida*. Jumlahnya tidak besar, oleh karena itu harus mempergunakan cara-cara analisis yang relatif cukup cepat dan dapat dipercaya. GLC (Gas Liquid Chromatography) adalah cara yang paling tepat. Dalam hal ini Aprizon. L atau FFAP. banyak dipergunakan sebagai pengisi kolom dan Hydrogen flame detector, sebagai alat pendeteksi.

Identifikasi dan zat-zat dapat dilakukan dengan mempergunakan *Standar-standar intern* di mana dalam kolom zat-zat yang diketahui strukturnya diinjeksikan dan diketahui pula tempatnya di dalam suatu *gaschromatograph*. Cara lain adalah mempergunakan *retention indeks* yang sudah tersedia tabel-tabelnya. Cara terakhir ini ternyata tepat untuk dipakai mengidentifikasi hidrokarbon-hidrokarbon biogen dalam jumlah-jumlah kecil (0,1 - 0,5%).

Lipida biasanya diekstraksi dengan  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Sesudah  $\text{CH}_3\text{OH}$  dihilangkan dari ekstrak, sisanya kemudian diekstraksi dengan pentana untuk mengisolir hidrokarbon.

Pentana dan alat-alat gelas harus dibersihkan secara sangat teliti terlebih dahulu.

Penulis akan membahas persoalan ini selanjutnya dengan mengambil karya-karya Dr. Max Blumer dari Woods Hole Oceanographic Institute.

Hidrokarbon jenuh yang sudah lama dikenal dan yang dianggap karakteristik untuk organisme laut adalah pristana.

Pada zooplankton misalnya terdapat terutama pada crustaceae seperti Copepods genus Calanus dalam jumlah 0,01–2,94% dari jumlah seluruh fraksilipida.

Dengan diketemukannya hidrokarbon ini dalam berbagai media, menarik sekali untuk menyimpulkan hubungan/relasi yang causal antara adanya organisme di laut, terjadinya sedimentasi, dan terjadinya oil shale dan/atau minyak bumi.

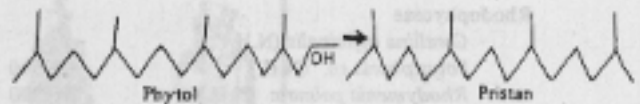
Hidrokarbon ini dipandang juga sebagai salah satu contoh sumbangan alam biologis pada pem-

bentukan hidrokarbon pada alam.

Di perairan Atlantik Amerika Serikat Copepods laut genus Calanus dianggap sebagai sumber utama dari hidrokarbon ini. Precursornya adalah phytol yang terdapat di dalam phyto plankton yang merupakan makanannya.

Phytol merupakan sebagian dari molekul chlorophyl.

Adapun hubungan antara phytol dan pristana adalah sbb. :



Tabel I  
Keberadaan Pristana pada alam

Keberadaan	Penulis	Tahun
<i>Cetorhinus maximus</i> GUNNAR (basking shark)	Y. TOYAMA	1923
<i>Semnorhinus licha</i> BONATERRE Mixed oil of <i>Zameus squameosus</i> <i>Centroscymnus owstonii</i> <i>Clamydochelachus angustius</i> GORMAN <i>Centrophorus spec.</i> (various sharks)		
Herring oil, mixed oil from herring and sardine, sperm whale oil	Y. TOYAMA & T. TSUCHIYA	1935
Basking shark liver	S.SCHEMIDT-NIELSEN & K.T. ERIKSEN	1944
Basking shark liver	N.A. SORENSEN & J. MEHLUM	1948
Ambergris	E. LEDERER & J. PLIVA	1951
Sperm whale, liver	T.TSUCHIYA & R. KANEKO	1951
Basking shark, liver	T.TSUCHIYA, R. KANEKO & T. ENDO	1952
Basking shark, liver oil	T. TSUJINO & K. KIKUCHI	1953
Herring oil	G. LAMBERTSEN & R.T. HOLMAN	1963
Zooplankton	M. BLUMER, M.M. MULLIN & D.W. THOMAS	1963
<i>Lepidocybium flavobrunneum</i> (SMITH) in meat 0.0073% wet weight in liver 0.0095% - (Gemphyllidae, "snake mackerels")	M. BLUMER & R.H. BACKUS unpublished	1963
<i>Homarus americanus</i> (lobster)	M. BLUMER, unpublished	1963
Petroleum	R.A. DEAN & E.V. WHITEHEAD	1961
Petroleum	J.G. BENDORAITIS, B.L.BROWN & L.S. HEPNER	1962
Oil shale	J. J. CUMMINS & W. E. ROBINSON	1963

Tabel II

## Data analitik dari organisme dan Sedimen yang diteliti

	Ekstrak Organik dalam ppm*	Total n-paraffin dalam ppm*	Bilangan Utama Karbon	n-paraffin Total paraffin %	CPI†	Pristana : n-C <sub>17</sub>
<b>Chlorophyceae</b>						
Benthik dan algae pelagik						
<i>Chaeromorpha linum</i> (N.H.)	28,000	12.7	C <sub>17</sub>	35.5	1.0	1 : 130
<b>Rhodophyceae</b>						
<i>Corallina officinalis</i> (N.H.)	--	--	C <sub>17</sub>	76.3	1.3	1 : 1,300
<i>Polysiphonia</i> sp. (N.H.)	5,600	54.9	C <sub>17</sub>	86.1	1.2	1 : 4,500
<i>Rhodomenia palmata</i> (N.H.)	6,700	93.8	C <sub>17</sub>	79.00	1.1	1 : 1,000
<i>Chondrus crispus</i> (N.H.)	14,000	28.2	C <sub>17</sub>	57.7	0.9	1 : 2,000
<i>Chondrus crispus</i> (Falmouth)	8,400	45.4	C <sub>17</sub>	95.2	0.4	1 : 3,300
<b>Phacophyceae</b>						
<b>Fucales</b>						
<i>Ascophyllum nodosum</i> (N.H.)	40,500	57.1	C <sub>15</sub>	98.4	1.5	1 : 285
<i>Fucus</i> sp. (N.H.)	41,000	28.3	C <sub>15</sub>	94.7	1.4	1 : 5,000
<i>Fucus</i> sp. (Woods Hole)	69,700	110.3	C <sub>15</sub>	96.9	1.1	1 : 34
<i>Fucus</i> sp. (Falmouth)	75,000	122.5	C <sub>15</sub>	97.9	1.0	1 : 10,000
<b>Laminariales</b>						
<i>Agarum cribosum</i> (N.H.)	29,000	10.1	C <sub>15</sub>	45.5	1.1	1 : 20
<i>Laminaria digitata</i> (N.H.)	49,000	13.2	C <sub>15</sub>	77.1	0.7	1 : 14
<b>Algae Planktonik</b>						
<b>Chrysophyceae</b>						
<i>Syracosphaera carterae</i> (culture)	120,000	33.9	C <sub>17</sub>	45.5	1.1	1 : 2.2
<b>Bacillariophyceae</b>						
<i>Skeletonema costatum</i> (culture)	480,000	120.7	C <sub>29</sub>	10.5	1.2	1 : 1.6
<b>Cryptophyceae</b>						
<i>Undetermined cryptomonad</i> (culture)	305,000	33.5	C <sub>29</sub>	11.3	1.1	1 : 5
Recent sediment (Tarpaulin Cove, Mass.)	2,800	1.68	n-C <sub>17</sub>	14.0	4.0	1 : 3.5
			n-C <sub>25</sub>	14.0		
Mixed marine plankton (Tarpaulin Cove, Mass)	150,000	102.0	Pristana n-C <sub>17</sub>	21.0	1.2	1 : 0.41

\* Weight in ppm based on the sum of the weights of the extracted dry residue plus the organic extract.

† The Carbon preference index (CPI) is calculated over the range n-C<sub>20</sub> to n-C<sub>32</sub> (Cooper and Bray 1963):

$$CPI = \frac{\sum_{n=21}^{31} HC \text{ odd}}{\sum_{n=21}^{31} HC \text{ odd}} + \frac{\sum_{n=22}^{32} HC \text{ even}}{\sum_{n=22}^{32} HC \text{ even}}$$

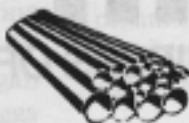


# A.B.C. teknik

Jl. P. Jayakarta 141, Blok II/D No. 17-18  
Phones : 659-7317 ; 629-4737 ; 629-4727  
Telex : 41571/ABC IA  
JAKARTA PUSAT



## PIPE & FITTING OIL TOOLS

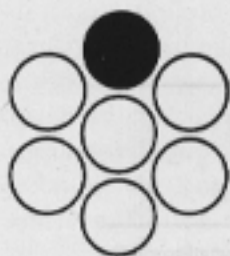


# Tidex International Inc

Name of Company : TIDEX INTERNATIONAL, INC.  
Business Line : Offshore Marine Support Services  
Address : Jl. Mesjid I/32, Tegal Parang  
Jakarta Selatan 12001  
P.O. Box 899 KBY  
Telephone : 7993637, 7997650  
Telex : 49110 TIDEX IA

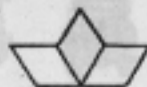


TIDEX INTERNATIONAL, INC.  
Jl. Mesjid 1/32, Tegal Parang  
Jakarta Selatan, Indonesia  
Mailing Address : P.O. BOX 899 KBY  
Kode Pos 12001  
Phone : 7993637, 7997650  
Telex : 49110 TIDEX IA



# **BRIPIINDO**

**MANUFACTURERS OF BLUE STRAND WIRE ROPE**



P.T. SARIDA PERKASA

## **P.T. DUAL PERKASA OFFSHORE**

P.O. Box 367 / Kby.

AKA Building, 5th Floor

Jl. Bangka Raya No. 2, Kebayoran Baru  
Jakarta Selatan

7993357 / 7996792 / 7997029

Telex 47127 (AGUS IA)



Di dalam fraksi lipida Copepods, pristana tidak dimetabolir. Bila Copepod disuruh puasa, jumlah lipidanya berkurang, tetapi jumlah pristananya akan tetap. Ini berarti proses penguraiannya lambat sekali.

Diketemukannya senyawa ini di dalam hati ikan (lipida) menonjolkan suatu prinsip penting lain lagi, yaitu bahwa hidrokarbon jenuh ini diteruskan dalam jaringan-jaringan pangan dengan kecepatan penguraian yang kecil sekali, sehingga akhirnya hidrokarbon ini diketemukan juga di dalam sedimen-sedimen laut, terutama di daerah-daerah yang kaya dengan copepods yang mengandung hidrokarbon ini. (Bilamana pencemaran laut disebabkan oleh minyak bumi, maka dalam sedimen tersebut harus ditemukan hidrokarbon-hidrokarbon lain).

Di dalam copepods genus Calanus selanjutnya masih terdapat hidrokarbon lain di samping pristana seperti skwalen, suatu campuran  $C_{19} - C_{20}$  mono-, di-, dan triolefins isoprenoid yang kemudian terdapat pula dalam lemak ikan dan minyak hati ikan di daerah itu. Perbandingan kandungan pristana dan olefin difraksi lipida copepods atau di lemak ikan di daerah tersebut adalah sama.

Olefin-olefin isoprenoid tersebut berasal dari phytol pula.

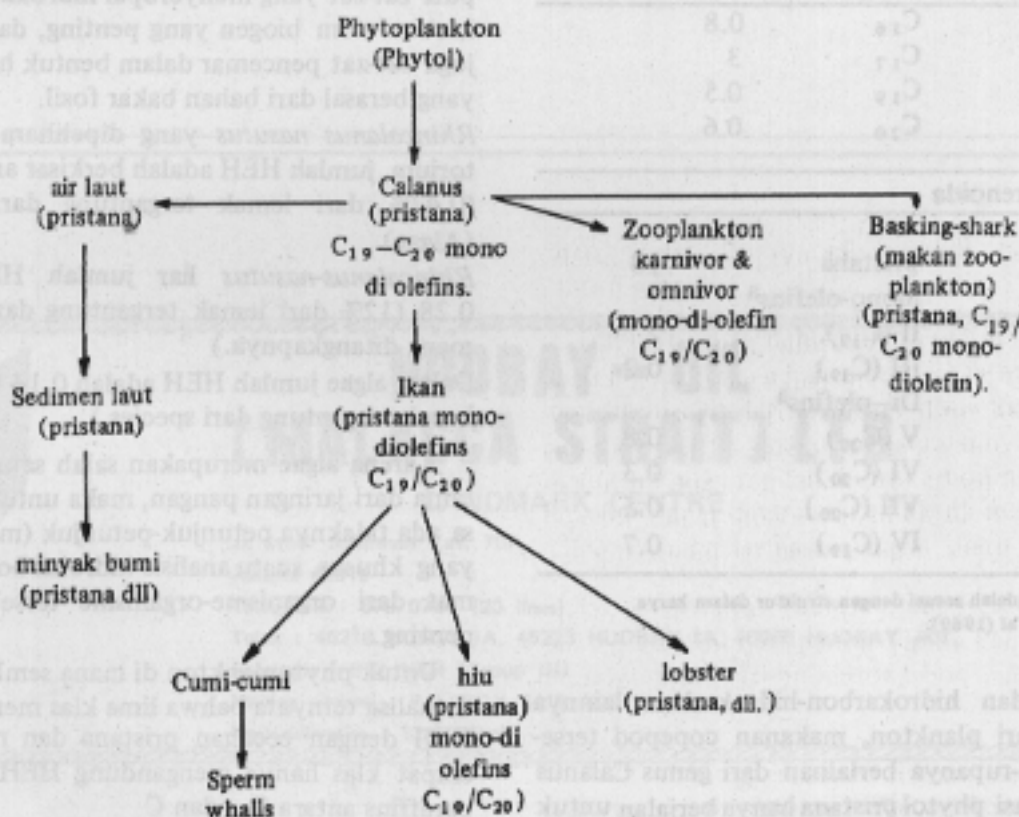
Hal ini berarti, bahwa olefin-olefin tersebut seperti juga pristana dapat masuk ke jaringan pangan dan diteruskan dari satu organisme ke organisme lain. Karena kecepatan penguraiannya di dalam organisme juga rendah, hidrokarbon-hidrokarbon tersebut dapat dipergunakan untuk menunjukkan dan menandai jaringan pangan suatu organisme.

Di dalam algae (benthic, pelagic) yang dalam hal ini diambil dari pantai Timur Laut, Amerika Serikat, hidrokarbon-hidrokarbon jenuh lainnya adalah n-paraffines.

Pada umumnya dapat dikemukakan bahwa hidrokarbon-hidrokarbon dengan jumlah C ganjil menonjol dengan paraffine-paraffine utama  $n-C_{15}H_{32}$  dan  $n-C_{17}H_{36}$ .

Dari species ke species perbandingan pristana nya ternyata berbeda.

Untuk Copepods genus Calanus relasi-relasi antar organisme berlaku secara garis besar sebagai berikut :



Dari gambaran relasi tersebut, jelas bahwa analisis hidrokarbon yang cermat dapat memberi suatu cara/metoda kepada kita untuk meneliti dinamika dari jaringan pangan.

Pristana tidak selalu mengambil peranan dan dapat dipakai sebagai tanda petunjuk (marker). Seekor Crustaceae lain (copepod genus *Rhincalanus nasutus*) yang kebiasaan makannya sama dan serupa dengan genus *Calanus*, hampir tidak mengandung pristana.

Menonjol sekali adalah suatu hidrokarbon tidak jenuh, yaitu All-cis 3, 6, 9, 12, 15, 18, -heneicosahexaene (HEH, n-C<sub>12</sub>)<sup>6)</sup> yang diterimanya bersama dengan makannya, yaitu algae.

Suatu analisis hidrokarbon di dalam fraksi lemak dari *Rhincalanus nasutus* adalah sebagai berikut:

### Daftar III

Hidrokarbon dalam *Rhincalanus nasutus* 3)  
Contoh diambil pada 11 Febr. 1969, dilepas  
pantai la Jolla California.

Konsentrasi dalam bagian/100 n-HEH.

Pada pantai lurus dan jenuh	
C <sub>16</sub>	0.8
C <sub>17</sub>	3
C <sub>19</sub>	0.5
C <sub>20</sub>	0.6
Pada Isoprenoidea	
pristana	13
mono-olefins <sup>a</sup>	
II (C <sub>19</sub> )	2
III (C <sub>19</sub> )	0.2
Di-olefins <sup>a</sup>	
V (C <sub>20</sub> )	0.8
VI (C <sub>20</sub> )	0.3
VII (C <sub>20</sub> )	0.5
IV (C <sub>19</sub> )	0.7

a) Bilangan adalah sesuai dengan struktur dalam karya Blumer et al (1969).

HEH dan hidrokarbon-hidrokarbon lainnya berasal dari plankton, makanan copepod tersebut. Rupa-rupanya berlainan dari genus *Calanus* transformasi phyto pristana hanya berjalan untuk

sebagian kecil. Demikian juga transformasi menjadi olefin-olefin ke isoprenoid C<sub>19</sub> -C<sub>20</sub>.

Komposisi hidrokarbon untuk Copepod *Rhincalanus nasutus* seperti pada daftar, terutama perbandingan *pristan* : n-C<sub>17</sub> dipengaruhi musim. (Pada bulan Pebruari dan Oktober ternyata berlainan). Ini mungkin disebabkan ada perbedaan dalam makanan.

Suatu sifat penting yang mencolok pula ialah bilamana antara kedua Copepods yaitu genus *Calanus* dan genus *Rhincalanus nasutus* dibandingkan maka ada kemampuan genus *Calanus* untuk menolak HEH yang terdapat di dalam makannya. Genus *Rhincalanus nasutus* dapat menahan dan memekatkan HEH tersebut dan dengan demikian HEH dapat masuk ke jaringan pangan untuk diteruskan lebih lanjut.

Jumlah species Copepod laut holoplanktonis dapat melebihi 1200. Kebanyakan dapat memekatkan hidrokarbon dari makannya. Kemampuan menolak, menahan/memekatkan hidrokarbon telah kelihatan yang bermula pada organisme-dianalisis ternyata telah menentukan tugas biokimia organisme-organisme tersebut untuk menahan dan memekatkan pula zat-zat yang menyerupai hidrokarbon-hidrokarbon alam biogen yang penting, dan tentunya juga zat-zat pencemar dalam bentuk hidrokarbon yang berasal dari bahan bakar fosil.

*Rhincalanus nasutus* yang dipelihara di laboratorium, jumlah HEH adalah berkisar antara 0.035 (0.47% dari lemak tergantung dari makanan (Algae)

*Rhincalanus-nasutus* liar jumlah HEH adalah 0.28 (12% dari lemak tergantung dari daerah di mana ditangkapnya.)

Dalam algae jumlah HEH adalah 0,14 (0,70% dari lemak tergantung dari species.)

Karena algae merupakan salah satu rantai pertama dari jaringan pangan, maka untuk memeriksa ada tidaknya petunjuk-petunjuk (markers) lain yang khusus, suatu analisis hidrokarbon yang cermat dari organisme-organisme tersebut adalah penting.

Untuk phytoplankton di mana sembilan klas dianalisa ternyata bahwa lima klas mengandung HEH dengan pecahan pristana dan n-paraffins, empat klas hanya mengandung HEH, hanya n-paraffins antara C<sub>14</sub> dan C<sub>21</sub>





**BAWEAN BLOCK  
EAST JAVA SEA  
INDONESIA**

**TEXAS  
EASTERN**

P.O. BOX 97/JKWK - WISMA KOSGORO 12 A FLOOR  
JL. THAMRIN 53 JAKARTA 10350, INDONESIA  
TELP 326208 (DIRECT) 321808 EXT 347/348  
TELEX 61104 TEXERN IA

1221 MCKINNEY ST. ONE HOUSTON CENTRE  
P.O. BOX 2521  
HOUSTON, TEXAS 77252  
U.S.A.



## **PT PANCASANI MULTI**

GENERAL TRADE

KOMPLEK KALIBATA INDAH BLOK K 11-12, JAKARTA 12510, INDONESIA  
TELEPON : (021) 7991894, 7996688, 7996697. TELEX : 47193 KRESNA IA



## **HUBBAY - OIL (MALACCA STRAIT) LTD**

LANDMARK CENTRE

Jl. Jend. Sudirman Kav. 70A

Jakarta 12910

Telephone : 578 0707 (20 lines)

Telex : 45218 HOMSL IA, 45223 HUBBAY IA, 46055 HUBBAY JKT.,

Facsimile : 578 1004 (Group III)

Mailing address : P.O. BOX 3415 JKT.

Mail deliveries : 12th Floor



**P.T. ARMINDO PRIMA**  
REPRESENTATIVE OF  
**PERUM DAHANA**



16: Jalan Ir. H. Juanda III Jakarta 10120 Indonesia  
Phone: 374138 - 341533, Telex: 44885 ARMI IA

- 1) Melaksanakan pengurusan perizinan pembelian bahan peledak
- 2) Melaksanakan handling/transportasi bahan peledak



**P.T. OSCO UTAMA**  
OILFIELD SERVICES COMPANY

Head Office: Jl. Jend. S. Parman Kav. 37B, Jakarta 11480 Indonesia.  
Phone: 5481883, 5485996, 5485996 Telex: 45906 OSCO JKT IA.  
Phone: 5603631, 5603632, 5603633, 5603634, Facsimile 5603635 OscoJkt



**PT. WIDURI UTAMA**

Jalan Pinang no.19 Pondok Labu Jakarta, Telephone: 767911 - 767411  
Telex: 45450 PHARA JKT.

**TANKER AGENCY MARINE REPAIR & SUPPLIES**

Agent for Pertamina Ship, of:

- Mitsubishi Heavy Industry Marine Equipment
- Kashiwa Fire Foam & Safety Equipment
- Air Screw Howden (Resuscitation Equipment)
- Barnes & Bycosin Chemical
- Etc.

Daftar IV

n-Heneicosahexaene (HEH) dalam copepods yang diteliti di laboratorium 4)

Species Copepod	Species algae	Temperatur (°C)	HEH/hewani (ug)	Lipid/hewani (ug)	% HEH in lipid	Tingkat Pertumbuhan
Rhincalanus nasutus	Ditylum brightwelli	18	0.086	18	0.47	♀
Rhincalanus nasutus	Ditylum brightwelli	15	0.0077	5.8	0.13	Banyak juveniles
Rhincalanus nasutus	Ditylum brightwelli	8	0.22	63	0.35	♀ + V
Rhincalanus nasutus	Gymnodinium splendens	18	0.073	44	0.16	♀
Rhincalanus nasutus	Gymnodinium splendens	18	0.031	28	0.11	Dewasa dan juveniles
Rhincalanus nasutus	Gymnodinium splendens	15	0.01	28	0.035	♂ + ♀
Rhincalanus nasutus	Gymnodinium splendens	8	0.14	66	0.21	♀ + V
Rhincalanus nasutus	Thalassiosira fluviatilis	15	0.028	33	0.084	♂ + ♀
Rhincalanus nasutus	Thalassiosira fluviatilis	15	0.024	39	0.06	♂ + ♀
Rhincalanus nasutus	Lauderia borealis	15	0.009	7.4	0.12	♂ + ♀
Rhincalanus nasutus	Chaetocerus curvisetus	15	< 0.0006	8.1	< 0.007	♂ + ♀
Eucalanus bungii californicus	Ditylum brightwellii	15	< 0.0007	8	< 0.03	♂ + ♀
Eucalanus bungii californicus	Gymnodinium splendens	15	< 0.0003	1.2	< 0.009	sebagian besar
Eucalanus bungii californicus	Thalassiosira fluviatilis	15	< 0.0003	1.2	< 0.002	sebagian besar
Calanus helgolandicus (pacificus)	Gymnodinium splendens	15	< 0.00005	0.77	< 0.002	36 ♀
Calanus helgolandicus (pacificus)	Thalassiosira fluviatilis	15	< 0.0002	1.2	< 0.02	♀

Daftar V.

n-Heneicosahexaene (HEH) dari  
Rhincalanus nasutus liar 5)

Tanggal Pengambilan	Lokasi	Jumlah hewani	HEH/hewani x 10 <sup>-6</sup> g	Lipids rata-rata x 10 <sup>-6</sup> g	% HEH dalam rata-rata lipid.
9-17 April. 1963	N. Atlantic <sup>b</sup>	2	1.1		
9-17 April. 1963	N. Atlantic <sup>b</sup>	5	3.6	240	1.2
9-17 April. 1963	N. Atlantic <sup>b</sup>	1	2.5		
29 Juni. 1963	N. Atlantic <sup>b</sup>	1	0.45	140	0.28
29 Juni. 1963	N. Atlantic <sup>b</sup>	1	0.24		
29 Juni. 1963	N. Atlantic <sup>b</sup>	1	0.16		
23 Oct. 1968	La Jolla	10	0.061		

a. Sama kecuali 10-23-68.

b. Lihat BLUMER et al. (1964).

c. Determined on different animals from same collection see BLUMER et al. (1964).

Daftar VI

Konsentrasi (HEH)  
dalam lipid algae (6)

Species	% HEH dalam lipid
<i>Lauderia borealis</i>	0.14
<i>Gymnodinium splendens</i>	0.15
<i>Ditylum brightwellii</i>	0.68
<i>Thalassiosira fluviatilis</i>	0.70

a) Lipids larut dalam Pentan.

Daftar VII.

Hidrokarbon dalam algae planktonik 7)

Klas dan Species.	Predominan hidrokarbon <sup>b</sup>	Cecahan hidrokarbon <sup>c</sup>
Bacillariophyceae		
<i>Cyclotella nana</i> (3H)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n.p. (rendah)
<i>Ditylum brightwellii</i> (D. Bright.)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	n-p., rendah
<i>Lauderia borealis</i> (Clone 14)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	n-p

Klas dan Species	Predominan hidrokarbon <sup>b</sup>	Cecahan hidrokarbon <sup>c</sup>
<i>Rhizosolenia setigera</i> (Rhizo)	n-C <sub>21</sub> , n-C <sub>17</sub> , n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d,e</sup>	pristana, n-p.
<i>Skeletonema costatum</i> (Skel)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p.
<i>Thalassiosira fluviatilis</i> (Actin)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p, n-C <sub>21</sub> : 4(?)
<i>Thalassiosira</i> sp.	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p, n-C <sub>21</sub> : 4(?)
<b>Dinophyceae</b>		
<i>Gonyaulax polyera</i> (GP 60e)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	n-p
<i>Gymnedinium splendens</i> (Gym .)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	n-p, rendah
<i>Peridinium trochoideum</i> (Peri)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	n-p
<i>Peridinium trochoideum</i> , old culture	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup> , n-C <sub>17</sub> , n-C <sub>15</sub> <sup>e</sup>	n-p
<b>Cryptophyceae</b>		
<i>Cryptomonas (Rhodomonas?)</i> sp. (3C) <sup>f</sup>	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p
<i>Cryptomonas (Rhodomonas?)</i> , old culture	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p.
<b>Haptophyceae</b>		
<i>Coccolithus huxleyi</i> (BT-6)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p
<i>Isochrysis galbana</i> (Isa)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p
<i>Pheocystis pouchetti</i> (Pp)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p
<i>Pheocystis pouchetti</i> (677-3)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup>	pristana, n-p
<b>Euglenophyceae</b>		
<i>Eutrepiella</i> sp. (W.H. Eut.)	n-C <sub>21</sub> : 6 <sup>d</sup> , n-C <sub>17</sub> , n-C <sub>15</sub> <sup>e</sup>	pristana, n-p
<b>Cyanophyceae</b>		
<i>Oscillatoria woronichinii</i> (Sm 24)	e	e
<i>Synechococcus bacillaris</i> (Syn)	e	e
<b>Rhodophyceae</b>		
<i>Porphyridium</i> sp. (Porph)	e	e
<b>Xanthophyceae</b>		
<i>Tribonema aequale</i> (No. 50) <sup>e</sup>	e	e
<i>Undetermined</i> sp. (GSB Stcho) <sup>h</sup>	e	e
<b>Chlorophyceae</b>		
<i>Dunaliella tertiolecta</i> (Dun.)	e	e
<i>Derbesia tenuissima</i> (LB 1260)	e	e

a See BLUMER et al. (1970 b) for source.

b n-C<sub>21</sub> : 6 is 3,6,9,12,15,18-heneicosahexaene (presumed all cis), n-C<sub>x</sub> is normal alkane of x carbon atoms.

c n-p designates normal alkane content, usually at low level from about C<sub>14</sub> to C<sub>28</sub> without marked predominance of individual alkanes.

d For concentration and predominance of n-C<sub>21</sub> : 6 see BLUMER et al. (1970a).

e Details in Fig. 1, this paper.

f Now believed to be a species of *Cryptomonas*.

g A freshwater algae, studied because of its clear taxonomic position. No certain marine xanthophytes are available.

h Systematic position uncertain. May belong to the new class Eustigmatophyceae.

Daftar VIII  
Normal alkana dalam benthik algae laut 8)

Species	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>19</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>25</sub>	C <sub>26</sub>
Enteromorpha compressa			1,3		2,2	t	t							
Ulva lactuca					0,5									
Spongomorpha arcta			t		t	t								
Codium fragile			1,4	t	89		1,9							
Ectocarpus fasciculatus			7,0		1,2	t	t							
Pilayella littoralis			0,6		0,4									
Chordaria flagelliformis			96	t	0,8	t		t	t	t	t	t		
Leathesia difformis			59		3,6		0,4	t	1,2	3,5	5,7	13	60	5,4
Punctaria latifolia		1,6	85	0,2	1,1	0,2	t	t						
Scytosiphon lomentaria			38	0,2	11	t	1,3			0,6	0,7	1,2		
Chorda filum			38		2,3		0,2	0,4	t	t	t	t		
Chorda tomentosa			31		0,4					0,7	0,9	2,2	2,4	4,2 5,0
Laminaria agardhii			73		0,7		t							
Laminaria digitata			64	0,6	2,0	t	0,3	0,6		t				
Ascophyllum nodosum			56	0,2	1,2			2,9						
Fucus distichus			98	0,3	0,5	t			0,2					
Fucus spiralis	0,4	1,2	95	2,0	0,3	0,1	t							
Fucus vesiculosus			65	0,2	0,2	t								
Porphyra leucosticta			0,1		17		0,2	0,1						
Dumontia incrassata			1,0	0,4	98									
Chondrus crispus			0,4	0,1	99									
Rhodomenia palmata			1,2	0,1	99	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Ceramium rubrum			1,3	0,2	96									
Polysiphonia urceolata			0,8	0,1	96	0,1								

<sup>a</sup>Total content of saturated and olefinic hydrocarbons normalized to 100%, individual figures rounded to two significant places.

Perbedaan dengan zooplankton menonjol sekali. Organisme ini biasanya mengandung C<sub>19</sub>–C<sub>20</sub> olefin isoprenoid yang diturunkan dari phytol.

Pada analisis algae laut benthik yang memegang peranan penting dalam ekologi pantai, ternyata dari 24 species yang dianalisis terdiri dari algae merah, hijau dan coklat. Hidrokarbon yang ditemukan, sungguhpun kadarnya berbeda dengan species adalah olefin dan n-paraffins. Kadar olefin ternyata lebih besar pada algae merah.

Dari n-paraffine n–C<sub>15</sub>, menonjol adalah algae coklat dan untuk n–C<sub>17</sub> algae merah.

Olefin-olefin pada algae benthik berlainan dengan phytoplankton. Pada organisme terakhir ini HEH n–C<sub>12</sub> : 6 memegang peranan penting.

Dari analisis-analisis hidrokarbon yang dilakukan dengan GLC, setelah fraksi-fraksi lipida dari organisme-organisme seperti phytoplankton zooplankton dan lain-lain diekstraksi, ternyata jelas sekali, bahwa komposisi hidrokarbon dari organisme tersebut adalah sederhana.

#### IV. BAHAN BAKAR FOSIL.

Suatu sumber modern dari hidrokarbon di laut adalah minyak bumi.

Hidrokarbon-hidrokarbon ini (fuel oil, crude oil etc) dalam gaschromatogramnya memperlihatkan pola yang berlainan dari komposisi hidrokarbon biogen.

Untuk sesuatu fuel oil misalnya (170° – 270°C) chromatogramnya adalah sebagai berikut

**BARU**

# Jalakak

Portable Stereo Component System  
**Jantan dalam Penampilan  
Galak dalam Suaranya**

Jalak Series, serial terbaru dari Portable Stereo Compo National

● **Tenaga suara yang besar 36 watt**, menghasilkan suara Stereo yang prima.

● **12-Cm Free Edge Speaker** yang dapat dipisahkan, untuk memudahkan menikmati suara Stereo yang diinginkan. Dan beberapa keistimewaan :  
One Push Recording, Auto Stop & Soft Eject System, Recording Automatic Level Control.

Jalak Series, terdiri dari 4-model pilihan :

#### **RX - C 5604 F**

Radio Cassette Portable Stereo Compo dengan

4 - Band Radio ( FM / MW / SW1 / SW2 )

5-Element Graphic Equalizer

5-LED Level Meter dan FM Stereo Indikator

Built-In Microphone

Speaker Woofer : 2 x 12 Cm ( PM Dynamic Speaker )

Tweeter : 2 x ( 4 x 2 Cm ) Speaker

Freq. Response : 80 - 12.000 Hz

#### **RX - C 5602 T**

Radio Cassette Portable Stereo Compo dengan

3 - Band Radio ( MW / SW1 / SW2 )

3-tada Bass / Treble Control, 5-LED Level Meter

Built-In Microphone

Speaker : 2 x 12 Cm ( PM Dynamic Speaker )

Tweeter : 2 x ( 4 x 2 Cm ) Speaker

**RQ - C 4604** Cassette Portable Stereo Compo.

5-Element Graphic Equalizer 5-LED Level Meter

Speaker Woofer : 2 x 12 Cm ( PM Dynamic Speaker )

Tweeter : 2 x ( 4 x 2 Cm ) Speaker

#### **RQ - C 4602**

Cassette Portable Stereo Compo

3-tada Bass / Treble Control, 5-LED Level Meter

Speaker : 2 x 12 Cm ( PM Dynamic Speaker )

**36**  
Tenaga  
Suara  
Watt



**RX - C 5604 F**

**Jalak series**



# National



Produksi:  
**P.T. National Gobel**  
Agen Tunggal  
**P.T. Gobel Dharma Nusantara**



*Pelita Air Service  
Sarana Dirgantara  
Penunjang  
Pembangunan  
Indonesia*



**P.T. PELITA AIR SERVICE**

Jalan Abdul Muis no 52-54, Telp.3801230 pes 136, Jakarta.



**P.T. JATIFIC**

**JAKARTA SCIENTIFIC**

Jl. Batu Tulis XIII/2A Jakarta - Pusat

☎ 368152-364978 Telex 45446 JTF

Cable : JASCIENTIFIC

• **AGEN TUNGGAL**

KOKEN BORING MACHINE CO., LTD. TOKYO

— Core and Water Well Drilling Rig, Pumping and Drilling Equipments, Diamond Bits, Three Cone Bits & etc.

• **MENSUPLAI PERALATAN**

— Civil Engineering Testing Machine  
— Industrial Testing Machine  
— General Laboratory Equipments  
— Surveying Instruments.

• **CONTRACTORS**

— Water Well Drilling  
— Coring/Pemboran Inti.

**KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.**



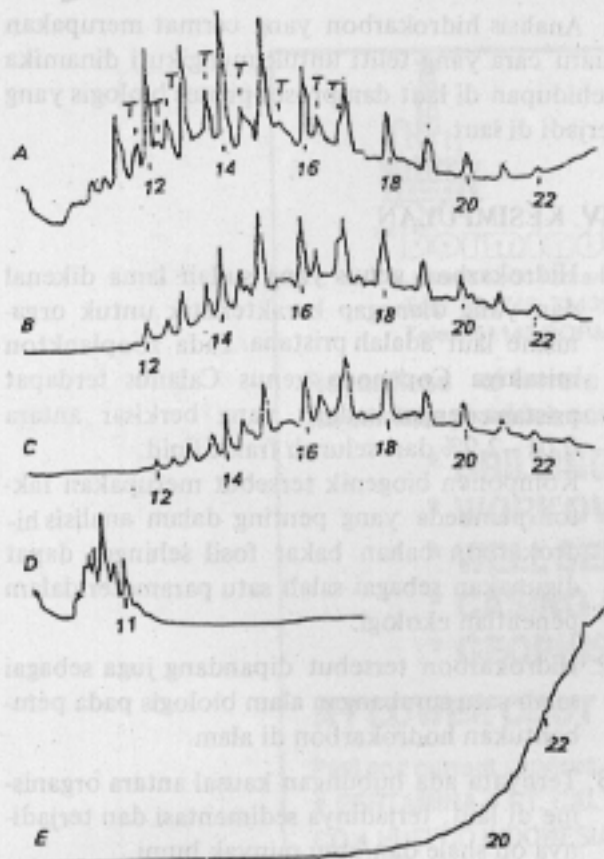
Tip-insert type



Tooth type

**Three Cone Bits**





Gambar 1 10)

Gas chromatograms. (A) No. 2 fuel oil; (B) sediments in Wild Harbor Basin, 12 days after accident; (C) oil recovered from water in Wild Harbor Basin, 2 months after accident; (D) 2-cycle outboard motor oil; (E) SAE No. 10 Lubricating oil. T marks position of isoprenoid alkanes

Puncak-puncak yang menonjol adalah untuk :

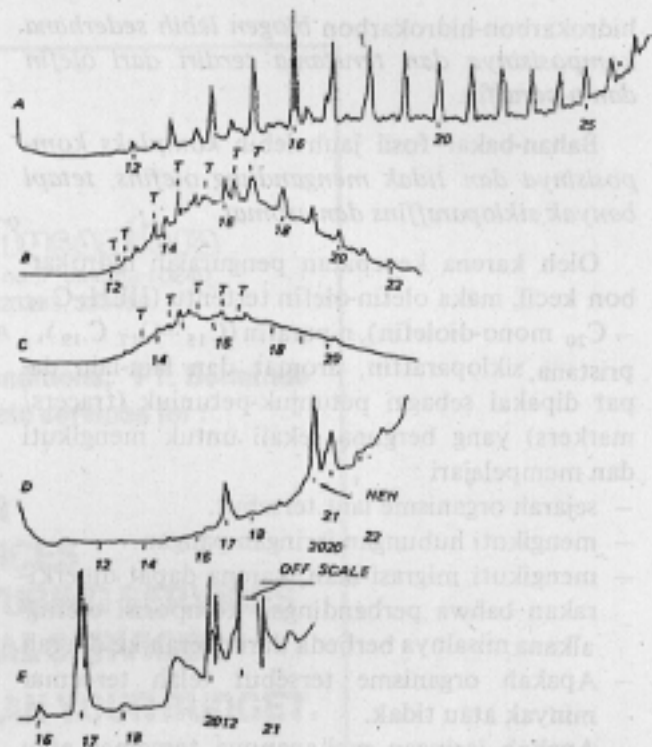
Serie n-parafin :  $C_{12} - C_{22}$

Serie alkana isoprenoid :  $C_{13}H_{28}$   $C_{19}H_{40}$   
(pristana).

Ternyata bahwa puncak-puncak ini superimposed pada suatu latar belakang yang cukup lebar yang disediakan oleh sikloparafin dan aromatis.

Chromatogram serupa juga terdapat dari fraksi lipida (ekstraksi dengan pentana) dari oysters yang tercemar oleh minyak bumi.

Dari gambar 2 B ternyata bahwa puncak-puncaknya tidak setinggi seperti pada contoh aslinya. Hal yang serupa juga terdapat pada hidrokarbon-hidrokarbon minyak bumi yang setelah dua bulan masih mengapung di perairan tersebut. Ternyata bahwa puncak-puncak n-parafins lebih



Gas chromatograms. (A) tar balls, n-hexadecane added as standard; (B) oysters *Crassostrea virginica*, Wild Harbor River; (C) scallops *Aequipecten irradians*, West Falmouth Harbor; (D) oysters, Waquoit Bay; (E) *Rhizosolenia setigera*. Chromatograms 4A, 4D-E at different column lengths or program rates. T marks position of isoprenoid alkanes. Note: To demonstrate the presence of natural hydrocarbons in uncontaminated scallops (D) a much larger sample had to be chromatographed (see Table 1)

kecil. Hal ini disebabkan oleh air dan sedimen dari mana tumpahan minyak bumi diambil dan kemudian dilepaskan sesudah dua bulan.

Untuk fraksi-fraksi sikloparafin dan aromatis masih tetap menonjol. Untuk Scallops yang tercemar minyak bumi juga terdapat gambaran serupa. (Lihat gambar 2C). Akan tetapi chromatografi dari oysters dan Scallops yang tidak terkena pencemaran minyak bumi berlainan. (Lihat gambar 4D). Chromatogramnya lebih sederhana dan latar belakang sikloparafin dan aromatis tidak ada. Pada chromatogram tersebut kelihatan puncak untuk HEH. ( $n-C_{21}$  : 6), rupa-rupanya makanan tersebut terdiri dari algae yang mengandung HEH.

Dari analisis hidrokarbon dapat disimpulkan bahwa :

hidrokarbon-hidrokarbon biogen lebih sederhana komposisinya dan terutama terdiri dari olefin dan n-paraffin.

Bahan-bakar fosil jauh lebih kompleks komposisinya dan tidak mengandung olefins, tetapi banyak sikloparaffins dan aromatis.

Oleh karena kecepatan penguraian hidrokarbon kecil, maka olefin-olefin tertentu (HEH, C<sub>19</sub> - C<sub>20</sub> mono-diolefin), n-parafin (C<sub>15</sub> - C<sub>17</sub> C<sub>19</sub>), pristana, sikloparaffin, aromatis dan lain-lain dapat dipakai sebagai petunjuk-petunjuk (tracers/markers) yang berguna sekali untuk mengikuti dan mempelajari :

- sejarah organisme laut tersebut.
- mengikuti hubungan jaringan pangan.
- mengikuti migrasi ikan, karena dapat diperkirakan bahwa perbandingan komposisi olefin/alkana misalnya berbeda dari daerah ke daerah.
- Apakah organisme tersebut telah tercemar minyak atau tidak.
- Apakah jaringan makanannya tercemar atau tidak.

Seperti pada permulaan telah dikemukakan antara hidrokarbon-hidrokarbon di dalam lingkungan laut dan di dalam organisme laut terdapat suatu hubungan.

Adanya hidrokarbon-hidrokarbon dari tipe-tipe tertentu di dalam air laut dapat berfungsi sebagai petunjuk (markers/tracers) karena hidrokarbon-hidrokarbon biogen secara kontiniu dibentuk dan hidrokarbon yang dibentuk secara insidental adalah hasil dari pencemaran (minyak bumi misalnya), peledakan plankton, perubahan suhu dan lain-lain.

Senyawa/tipe yang dipakai sebagai petunjuk. n-parafins kontribusi oleh algae/sedimen/pencemaran

isoparaffins kontribusi oleh organisme/pencemaran

isoprenoid hidrokarbon kontribusi oleh organisme/mempunyai potensi sebagai petunjuk suhu dan waktu.

sikloparaffin dan aromatis kontribusi oleh pencemaran bahan bakar fosil.

asam-asam Poliolefin sebagai petunjuk suhu dan waktu.

asam isoprenoid kontribusi oleh zooplankton. asam bercabang-cabang tunggal kontribusi oleh bakteri/plankton.

Analisis hidrokarbon yang cermat merupakan suatu cara yang teliti untuk mengikuti dinamika kehidupan di laut dan proses-proses biologis yang terjadi di laut.

#### IV. KESIMPULAN

1. Hidrokarbon genus yang sudah lama dikenal dan yang dianggap karakteristik untuk organisme laut adalah pristana. Pada zooplankton misalnya Copepoda genus Calanus terdapat pristana dengan kadar yang berkisar antara 0,01 - 2,9% dari seluruh fraksi lipid. Komponen biogenik tersebut merupakan faktor pembeda yang penting dalam analisis hidrokarbon bahan bakar fosil sehingga dapat digunakan sebagai salah satu parameter dalam penelitian ekologi.
2. Hidrokarbon tersebut dipandang juga sebagai salah satu sumbangan alam biologis pada pembentukan hidrokarbon di alam.
3. Ternyata ada hubungan kausal antara organisme di laut, terjadinya sedimentasi dan terjadinya oil shale dan/atau minyak bumi.

#### DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. M. Blumer, M.M. Mullin, D.W. Thomas, 1964, "Pristane in the marine environment". *Helgol. Wiss. Meeresunters* 10 (14) 187 - 201.
2. M. Blumer, M.M. Mullin R.R.L. Guillard, 1970, "A Polyunsaturated hydrocarbon (3, 6, 9, 12, 15, 18 heneicosahexaene in the marine food web". *Marine Biology* 6 (3) 233.
3. M. Blumer, R.R. Guillard, T-Ochase, 1971: "Hydrocarbons in marine phytoplankton". *Marine Biology* 8 (3) 183 - 189.
4. M. Blumer, G. Sauza, J. Sass., 1970, "Hydrocarbon pollution of edible Shellfish by an oil spill". *Marine Biology* 5 (3) 197.
5. R.C. Clark, Jr. M. Blumer 1967, "Distribution of n-paraffins in Marine or-



## **PT. Bormindo Nusantara**

Jalan Kebon Kacang 29 no. 7 Jakarta 10240

Telp. 334748, 334397, 320393, 333950

Telex. 61143 BORMIN IA

**Regardless of terrain conditions, PT. Bormindo Nusantara provides complete services for :**

- \* DRILLING**
- \* WORKOVER**
- \* WELL SERVICES**
- \* CASING & TUBING SERVICES**
- \* GEOPHYSICAL SERVICES**

**AT LOWER COST THAN YOUR BUDGET.**

Past and current services rendered to :

- PERTAMINA • PT. CALTEX PACIFIC INDONESIA • IAPCO • HUFFCO INDONESIA • UNION TEXAS • TEXAS EASTERN • KODECO ENERGY CO LTD • HUBBAY OIL • SUMATRA GULF • PROMET ARAFURU • AMOCO INDONESIA • INPEX ACEH LTD • MARATHON PETROLEUM IND • SCEPTRE RESOURCES • STANVAC INDONESIA • MOBIL OIL INDONESIA • ATLANTIC RICHFIELD.



## **CERIA UTAMA ABADI**

**ENGINEERING & DESIGN AND TECHNICAL SERVICES**

Jl. Bendungan Hilir Raya GI/5, Phone 588001-584418 Telex 62857 CERIA IA Jakarta 10210  
Jl. Cenderawasih Rt. 30 No.15, Phone 22103 Telex 37185 BSIBPP IA Klandasan Ulu. Balikpapan



## PT TUMINDA GRAHA CORPORATION

Gas & Oilfield Services, Casing Crews & Rental tool

WE ARE SURE NOT ONE OF THE CHEAPEST,  
BUT THEN AGAIN . . . . .,  
GOOD THINGS NEVER COMES CHEAP !!!

The first Genuine Indonesia Servicing Company,  
a national leader in oilwell's casing



**Head Office:**

2nd Floor, Central Cikini 60 BB  
Jl. Cikini Raya, Jakarta Pusat  
Phone: 3100852, 3100853,  
3100791  
Telex : 49383 Ukraya IA  
Jakarta Pusat.

**Branch Office:**

PU Kompleks Rt. XXIX  
Lingkungan 09 no.41  
Phone: (0542) - 22690  
Telex : 37122 TOMABPNIA  
Balikpapan, Kalimantan.



### MARATHON PETROLEUM INDONESIA, LTD.

SEBAGAI KONTRAKTOR  
PRODUCTION SHARING  
PERTAMINA  
UNTUK

## MERAYAKAN



ganisme and Sediment"  
*Limnology and Oceanography* 12  
(1) 79-87.

and unsaturated hydrocarbons in  
marine benthic algae".  
*Marine biology* 8 (3) 196.

6. **Guillar, F. Fiore, 1971, "Saturated**

### 3. PENGANTAR

Penelitian tentang mikroorganisme di perairan laut merupakan salah satu bidang ilmu yang penting dalam biologi kelautan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran mikroorganisme dalam siklus karbon organik di perairan laut. Penelitian ini dilakukan di perairan laut di sekitar pantai...