

Penentuan Distribusi *n*-Alkana dalam Sedimen Laut di Teluk Jakarta

Riswiyanto.S , M Kaniksma Kp, Agustin Sumartono

Departemen Kimia FMIPA Universitas Indonesia-Pusat Radiasi BATAN-LON LIPI

Abstrak

Teluk Jakarta memiliki potensi untuk tercemar oleh senyawa hidrokarbon mengingat letaknya yang berada dalam jalur lalu lintas pelayaran yang padat dan tempat bermuaranya sungai Ciliwung. Penelitian ini bermaksud mengetahui distribusi *n*-alkana dalam sedimen laut dari masing-masing stasiun di Teluk Jakarta dengan menggunakan instrumen kromatografi gas. Sampel diambil pada tanggal 24, 26, dan 28 Mei 2004 dari 6 stasiun yang tersebar di wilayah Barat, Tengah, dan Timur Teluk Jakarta yakni stasiun 1, 29, 9, 15, 17, 25. Metode pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan metode *grab* (sesaat) dengan stasiun kontrol 29 diambil di tempat yang lebih jauh dari pantai. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini secara keseluruhan sedimen laut dari masing-masing stasiun di Teluk Jakarta menunjukkan adanya distribusi *n*-alkana pada rentang $C_{14} - C_{26}$ yang didominasi oleh alkana dengan jumlah atom karbon genap. Hasil analisa GC menunjukkan sedimen laut Teluk Jakarta mengandung sumber hidrokarbon alamiah yang berasal dari alga merah (*rhodophyta*) atau alga biru (*cyanophyta*).

Abstract

There are high potential of hydrocarbon pollutant in Jakarta bay, as a consequence of its location for port and estuary of ciliwung rivers. This study wants to know distribution of *n*-alkane's in each one of six stations in Jakarta bay. The date of sampling is on 24, 26, and 28 of May in 2004, using Grab method. The result point out that all of the sediment from the sampling site to be dominated by *n*-alkane, especially with hydrocarbon's range $C_{14} - C_{26}$. The chromatogram of sedimen sample in Jakarta Bay result indicates that it contains natural hydrocarbon substances originated from red algae (*rhodophyta*) and blue algae (*cyanophyta*) species.

Keywords: algae, n-alkane, hydrocarbon pollution, sediment, Jakarta Bay.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Senyawa hidrokarbon merupakan sumber pencemar utama di perairan laut. Senyawa hidrokarbon yang tersebar di seluruh lautan, atmosfer, dan daratan dapat berasal dari minyak bumi atau sumber-sumber lainnya, seperti mikroorganisme dan limbah hidrokarbon yang dibawa oleh aliran sungai Ciliwung. Pada penelitian ini pemisahan hidrokarbon dilakukan untuk mendapatkan senyawa hidrokarbon alifatik. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi *n*-alkana dalam sedimen laut dari masing-masing stasiun di Teluk Jakarta dengan menggunakan instrumen kromatografi gas.

Hidrokarbon Dalam Minyak Bumi

Minyak bumi mentah ataupun yang disuling beragam sifat fisika dan komposisi kimianya,

bergantung pada asal muasalnya. Minyak bumi terutama terdiri atas campuran senyawa hidrokarbon yang kompleks dengan persentase antara 50 - 98 %. Minyak bumi memiliki berat molekul yang beragam dan terdiri atas tiga komponen utama yakni hidrokarbon alifatik (parafinik), hidrokarbon alisiklik (naftenik), dan hidrokarbon aromatik. Komponen lain merupakan senyawa-senyawa organik yang mengandung oksigen, nitrogen, sulfur, dan logam dengan persentase kurang dari 3 %.

Hidrokarbon Dalam Sedimen

Sumber hidrokarbon di lingkungan laut berasal dari dua hal, yaitu hidrokarbon alamiah dan hidrokarbon antropogenik. Sumber alamiah dibagi dalam 2 kelompok, yakni biogenik dan diagenetik. Hidrokarbon antropogenik berasal dari aktifitas manusia yang dengan disadari atau tidak menghasilkan hidrokarbon, contohnya ialah buangan minyak bumi.

Minyak yang tertumpah di laut, karena mempunyai berat jenis yang lebih kecil dari air akan membentuk lapisan di atas permukaan air dan mengalami penyebaran. Terbentuknya lapisan minyak mengakibatkan komponen-komponen hidrokarbon yang ringan akan cepat menguap akibat luas permukaan yang bertambah besar. Menguapnya komponen yang ringan menyebabkan berat jenis minyak menjadi lebih besar dan lebih kental. Fraksi-fraksi dengan jumlah atom karbon kurang dari 13 akan menguap dalam beberapa hari, sedangkan yang berjumlah hingga 20 akan menguap dalam beberapa minggu. Proses penguapan yang terjadi dalam jangka waktu yang lama pada akhirnya akan menyebabkan terbentuknya bola-bola tar. Jika ombak di perairan cukup besar, maka bola tar akan terbawa ke pantai sehingga dapat ditemukan bola-bola tar di sepanjang pantai. Bola-bola tar ini dapat pula mengendap di dasar perairan membentuk sedimen.

Distribusi *n*-alkana

Normal alkana $C_1 - nC_{40}$ kerap kali diidentifikasi dari suatu sedimen dan minyak. Distribusi yang umum dijumpai adalah kisaran $nC_7 - nC_{35}$, fraksi ringannya dengan kisaran $nC_1 - nC_6$ sangat sedikit atau hampir tidak diperoleh dari sedimen. *N*-alkana sendiri juga terdistribusi secara luas pada berbagai tumbuhan dan organisme lainnya. Hidrokarbon dalam sedimen laut terutama pada permukaannya yakni pada kedalaman 0 - 20 cm, menunjukkan sebagian besar materi organiknya berasal dari sumber yang telah teridentifikasi. Dalam lingkungan yang tidak tercemar, hidrokarbon dalam sedimen laut umumnya mengandung campuran alga dan jasad renik dari organisme laut serta berasal dari tumbuh-tumbuhan tingkat tinggi.

Distribusi Hidrokarbon Pada Tumbuhan

Pada umumnya distribusi *n*-alkana dengan ciri dominasi alkana dengan jumlah atom karbon ganjil terhadap alkana dengan jumlah atom karbon genap pada kisaran $C_{21} - C_{35}$ merupakan indikator adanya pengaruh sumber organik tumbuhan tingkat tinggi. Dominasi yang menyolok terutama untuk nC_{27} , nC_{29} , dan nC_{31} . Kecenderungan demikian sangat menonjol terdapat pada atom $C_{27} - C_{33}$ dari *Angiosperme*. Distribusi *n*-alkana yang serupa juga dijumpai dalam lilin *cuticular* dari *Gymnosperme* dan *Pterydophite*.

Distribusi Hidrokarbon Pada Organisme Laut

Sedangkan distribusi *n*-alkana dan asam lemak dengan berat molekul kecil (di bawah C_{23}) umumnya merupakan indikator adanya materi organik yang berasal dari alga dan beberapa diantaranya berasal dari zooplankton, bakteri, fungi, dan ikan. Sebagai contoh, dominasi alkana di kisaran $C_{14} - C_{19}$ umumnya dijumpai pada cyanobakteri, $C_{15} - C_{24}$, pada alga merah, dan $C_{18} - C_{34}$, pada kebanyakan zooplankton. Lipid

fitoplankton, baik darat maupun laut ditandai dengan gugus alkil rantai lurus $nC_{15} - nC_{19}$. Distribusi gugus alkil di atas C_{20} hanya diperoleh dari beberapa spesies alga biru. Distribusi tersebut tidak memiliki dominasi jumlah atom karbon ganjil terhadap atom karbon genap.

Indikasi Pencemaran Minyak Bumi

Perbandingan panjang rantai *n*-alkana berbilang ganjil terhadap panjang rantai *n*-alkana berbilang karbon genap dapat diketahui dengan menentukan nilai indeks preferensi karbon (*CPI*, *Carbon Preference Index*). Nilai ini pertama kali dikenalkan oleh Bray (1961), berdasarkan pengamatan terhadap perubahan distribusi rantai panjang *n*-alkana pada rentang $C_{25} - C_{33}$ dalam suatu sedimen.

Bila pada suatu permukaan sedimen memiliki nilai *CPI* mendekati 1, terdapat indikasi adanya pencemaran hidrokarbon minyak bumi pada sedimen tersebut. Penggunaan nilai *CPI* sebagai salah satu indikasi adanya pencemaran hidrokarbon minyak bumi pada sedimen telah digunakan pada berbagai penelitian.

Pengaruh Hidrokarbon Terhadap Ekosistem Laut

Pengaruh buruk senyawa hidrokarbon terhadap organisme laut terutama disebabkan oleh hidrokarbon jenis senyawa aromatik. Kebanyakan makhluk hidup dewasa memiliki tanggapan letal pada konsentrasi 1 - 100 ppm pada kontak selama 24 jam, sedangkan untuk tingkat larva pada konsentrasi 0,1 - 1 ppm.

Pengaruh sub letal senyawa hidrokarbon larut dalam air berkisar pada konsentrasi 0,01 - 1 ppm. Konsentrasi rendah dari bahan bakar minyak juga akan mengurangi jumlah total hewan mikro setelah 5 bulan dari waktu kontak. Hasil penelitian Heitkamp (1989) menunjukkan bahwa beberapa hidrokarbon poliaromatik bersifat karsinogen dan mutagen. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa hidrokarbon poliaromatik dengan berat molekul tinggi dalam konsentrasi rendah pada binatang akan menimbulkan sifat karsinogen.

Metode Identifikasi Senyawa Hidrokarbon

Pada dasarnya semua instrumen analisa yang dapat menentukan struktur dan komposisi minyak dapat digunakan sebagai metode identifikasi. Kombinasi dari instrumen-instrumen analisa yang dipakai sangat bergantung pada biaya, fasilitas, alat, dan pengalaman yang ada. Selain itu instrumen analisa yang dipakai pada penelitian ini juga bergantung pada kemampuan untuk mengidentifikasi senyawa hidrokarbon minyak bumi yang memiliki konsentrasi sama atau lebih besar dari senyawa hidrokarbon biogenik.

Kromatografi Gas (GC)

Kromatografi gas adalah kromatografi dimana sebagai fasa geraknya adalah gas dan fasa diamnya dapat berupa padatan atau cairan. Gas pembawa yang

bertindak sebagai fasa gerak akan mengelusi komponen-komponen yang terdapat pada suatu campuran dari dalam kolom yang berisi fasa diam. Pada kromatografi gas tidak terjadi interaksi antara fasa gerak (gas pembawa) dengan komponen-komponen yang akan dipisahkan. Kecepatan gerak dari komponen-komponen yang dipisahkan dalam kolom tidak bergantung pada sifat kimia dari fasa geraknya tetapi hanya bergantung pada perbandingan distribusi antara komponen yang terdapat dalam fasa uap pada gas pembawa dan dalam fasa diam cairan atau padatan.

Fasa diam merupakan lapisan tipis yang apabila diisi pada tabung kapiler disebut *capillary column* dan apabila diisi pada tabung yang agak lebar disebut *packed column*. *Capillary column* mempunyai diameter antara 0,25 – 0,7 mm, sedangkan *packed column* mempunyai diameter 2 mm. Interaksi yang terjadi dengan fasa diam dapat berupa absorpsi atau partisi. Jika fasa diam berupa padatan berpori maka peristiwanya ialah absorpsi dan bila fasa diam berupa cairan maka peristiwanya adalah partisi gas-cair. Masing-masing interaksi tersebut akan sangat menentukan berapa lama komponen-komponen sampel ditahan. Komponen-komponen yang mempunyai afinitas lebih rendah (tidak suka) terhadap fasa diam akan keluar dari kolom lebih dulu. Sebaliknya komponen-komponen dengan afinitas lebih besar (larut dengan baik) terhadap fasa diam akan keluar dari kolom lebih lama.

Analisa secara kuantitatif senyawa hidrokarbon dalam sampel dilakukan dengan membandingkan respon dari standar yang dianalisa dengan kondisi GC yang identik.

2. METODOLOGI

Bahan & Alat

- Diklorometan (DCM), Metanol, Benzena, KOH, *n*-Heksan, Na₂SO₄, Cu, Alumina, Aquadest, Heksadekan

- Alat pengambil sampel *Grab Sampler*, Aluminium Foil, Mortar, Labu Bulat, Soxlet, Huls, Labu Ekstrak, Alat Penguap Hampa *Vacum Evaporator*, Kolom, Kromatografi Gas HP 5890 Series II

Metode Penelitian

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di perairan Teluk Jakarta dan penelitian ini bekerja sama antara Departemen Kimia FMIPA-UI dan Laboratorium Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Puslitbang

Teknologi Isotop dan Radiasi-BATAN, Pasar Jum'at. Pengambilan sedimen dilakukan dengan menggunakan peta perairan Teluk Jakarta, Mei 2004 yang dilakukan oleh BATAN dan LON-LIPI. Sampel sedimen diambil pada tanggal 24, 26, dan 28 Mei 2004 dari 6 stasiun berbeda yang tersebar di wilayah Barat, Tengah, dan Timur Teluk Jakarta yakni stasiun 1, 29, 9, 15, 17, 25. Stasiun yang ditetapkan sebagai kontrol diambil di wilayah yang lebih jauh dari pantai, yakni stasiun 29. Metode pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan metode *grab* (sesaat) menggunakan alat *grab sampler*. Sampel diambil pada bagian permukaan sedimen, yang kemudian dipisahkan dan dianalisa dengan kromatografi gas. Pengambilan sampel dilakukan pada bagian permukaan sedimen.

Pengambilan dan Perlakuan Sampel

Sampel sedimen diambil pada bagian tengah alat *grab sampler* dan dibungkus dalam aluminium foil. Sedimen selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik dan *ice box* untuk kemudian dibawa ke lab. Sedimen lalu dibuka dan dikeringkan dalam kondisi ruang selama kurang lebih seminggu. Setelah kering, sedimen ditumbuk dengan mortar untuk memperbesar luas permukaannya.

Ekstraksi dengan Soxhlet

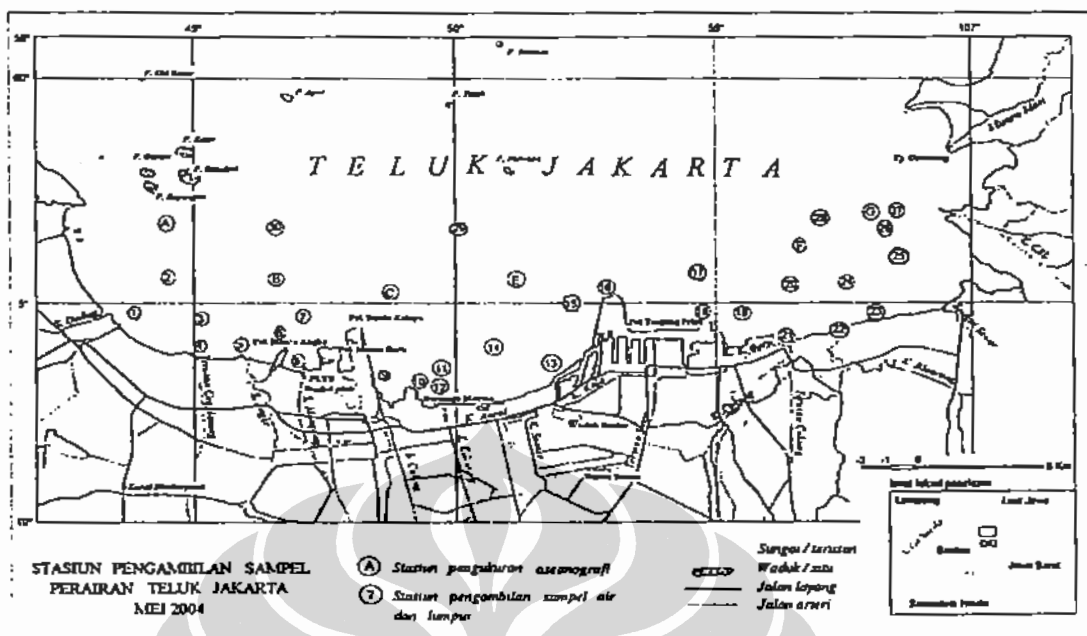
Sedimen kering yang telah ditumbuk seberat 40 g dimasukkan dalam huls dan diekstraksi dengan soxhlet selama 14 jam menggunakan pelarut diklorometan (DCM) : metanol (1:1). Hasil ekstrak kemudian dipisahkan dari pelarutnya dengan mengeluarkan terlebih dahulu huls yang digunakan.

Reaksi Penyabunan

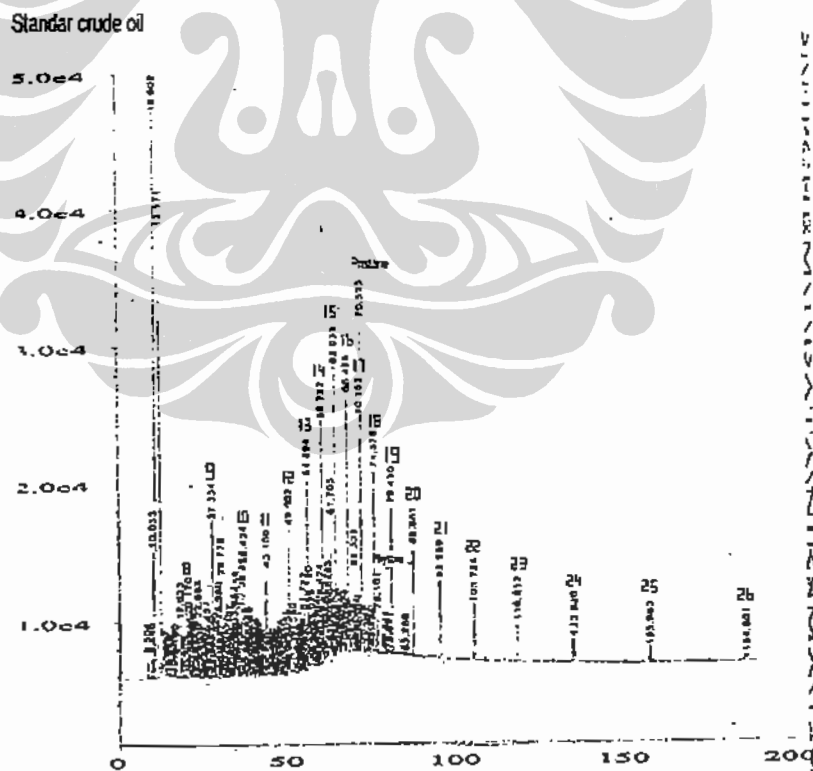
Larutan untuk reaksi penyabunan dibuat dengan melarutkan 2,83 g KOH dalam 50 ml metanol, 50 ml benzen, dan 25 ml aquadest. Hasil ekstrak lalu ditambahkan 25 ml larutan tersebut dan reaksi penyabunan dilakukan dalam refluks selama 2 jam.

Ekstraksi dengan *n*-Heksan

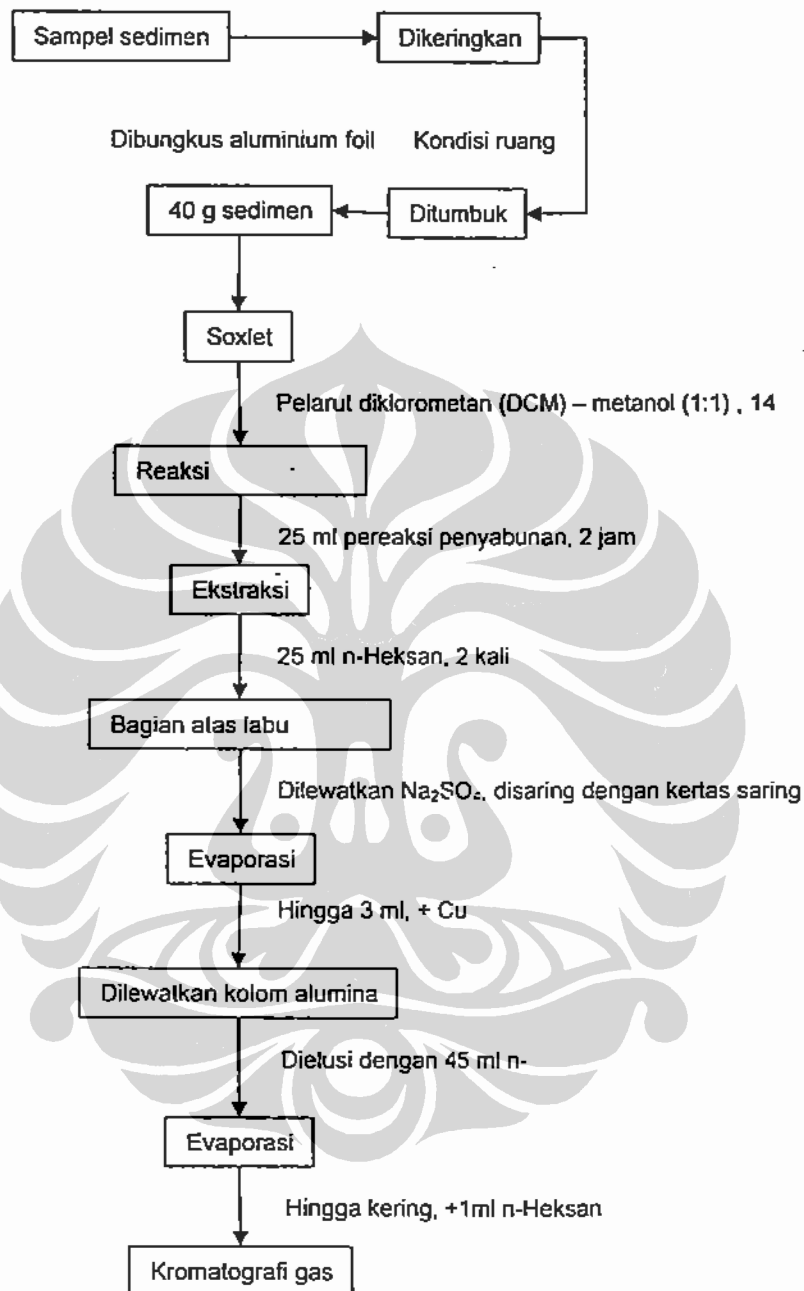
Bagian yang tidak tersabunkan kemudian dipisahkan dalam labu ekstrak dengan diekstrak memakai pelarut *n*-heksan. Ekstraksi dilakukan dua kali, masing-masing menggunakan 25 ml pelarut *n*-heksan. Selanjutnya larutan yang diambil ialah larutan yang terpisah pada bagian atas labu ekstrak. Air yang ikut larut dipisahkan dengan mengalirkan sampel ke dalam corong yang berisi kertas saring dan Na₂SO₄. Hasil ekstrak lalu dipekatkan hingga 3 ml memakai *vacum evaporator*.



Gambar 1. Peta Stasiun Pengambilan Sampel Perairan Teluk Jakarta, Mei 2004.



Gambar 2. Kromatogram GC standar minyak bumi.



Bagan isolasi / pemisahan fraksi n-heksan dari sedimen

Pemisahan dengan Kromatografi Kolom (*pre-column*)

Sebelum dilakukan pemisahan dengan kromatografi kolom, pada hasil ekstrak ditambahkan serbuk Cu untuk mengendapkan sulfur. Alumina yang dipakai sebagai fasa diam kolom perlu dilakukan deaktivasi terlebih dulu agar penyerap tidak terlalu kering. Deaktivasi dilakukan dengan memanaskan alumina dalam oven selama 6 jam dengan suhu 200 °C. Alumina lalu ditambahkan aquadest sebanyak 5 % dari berat awalnya. Kolom berisi alumina disiapkan dengan panjang 7 cm dan diameter 0,5 cm. Hasil ekstrak kemudian dilewatkan dalam kolom dan dielusi dengan 45 ml *n*-heksan. Eluen selanjutnya diuapkan hingga kering dengan *vacum evaporator* dan ditambahkan 1 ml heksan untuk siap dianalisa dengan kromatografi gas.

Penentuan Distribusi *n*-alkana

Analisa dengan kromatografi gas digunakan untuk mengetahui distribusi *n*-alkana dari sampel. Distribusi *n*-alkana diketahui dengan membandingkan waktu retensi dari masing-masing puncak kromatogram sampel dengan kromatogram standar minyak bumi. Sedangkan distribusi *n*-alkana standar minyak bumi diketahui dengan mula-mula menentukan puncak pristane dan phytane, yang akan berdekatan dengan puncak *n*-alkana C₁₇ dan C₁₈ (Gambar 2). Analisa dilakukan tanpa pengulangan karena keterbatasan penggunaan instrumen kromatografi gas sehingga presisi dari pengukuran tidak diketahui. Alat kromatografi gas yang digunakan adalah HP 5890 Series II yang dihubungkan dengan integrator HP 3365 analyzer. Kolom yang dipakai ialah SPB-1, 60 m x 0.25 mm (0.1 µm film). Sebanyak 1 µL sampel diinjeksikan ke kolom dengan kondisi kromatografi gas sebagai berikut :

- Suhu injektor : 200 °C, Suhu detektor : 250 °C, Suhu awal kolom : 50 °C selama 5 menit
- Program suhu pertama; Laju suhu / menit : 3 °C / menit, Suhu akhir kolom : 150 °C selama 5 menit
- Program suhu kedua; Laju suhu / menit : 5 °C / menit, Suhu akhir kolom : 250 °C selama 150 menit

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penentuan Distribusi *n*-alkana

Pada stasiun 1 distribusi *n*-alkana terlihat dari *n*-alkana C₈ hingga C₂₆ kecuali puncak *n*-alkana C₁₉, C₂₁, dan C₂₅. Rentang *n*-alkana C₁₅ – C₂₆ menunjukkan adanya dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap terhadap alkana dengan jumlah atom karbon ganjil.

Stasiun 29 memiliki distribusi *n*-alkana dari C₈ – C₁₀ dan *n*-alkana C₁₄ – C₂₄, dimana pada rentang ini terdapat dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap terhadap alkana dengan jumlah atom karbon ganjil. Puncak *n*-alkana C₁₉, C₂₁, dan C₂₃ tidak terlihat jelas pada kromatogram.

Tidak berbeda jauh dengan stasiun sebelumnya, stasiun 9 mempunyai distribusi *n*-alkana C₈ – C₁₀ dan C₁₅ – C₂₆, dengan puncak *n*-alkana C₁₇, C₂₁, dan C₂₅ yang tidak terlihat. Kembali dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap terhadap alkana dengan jumlah atom karbon ganjil terjadi pada rentang *n*-alkana C₁₅ – C₂₆.

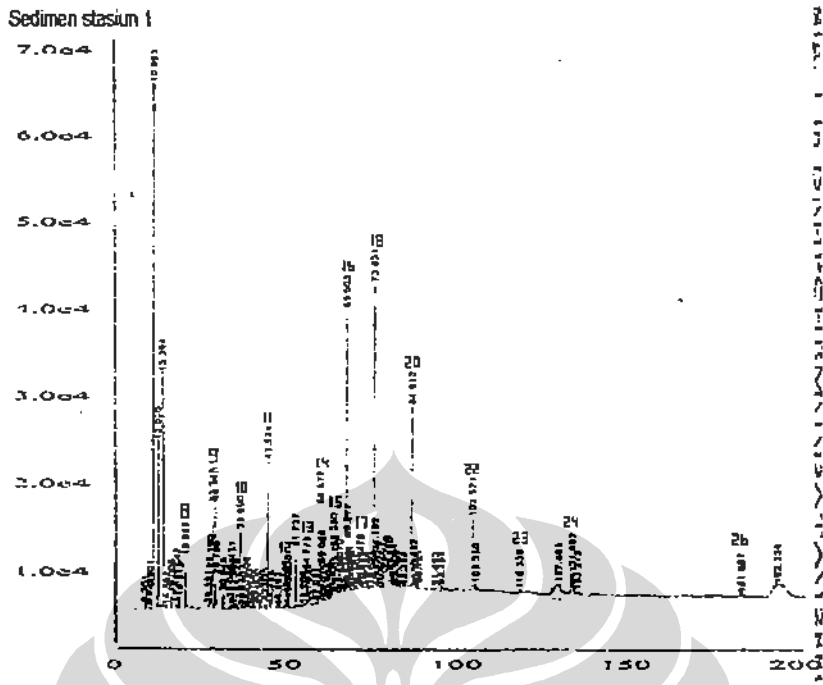
Selanjutnya distribusi *n*-alkana stasiun 15 terdapat C₈ – C₁₀ dan C₁₅ – C₂₆, kecuali puncak *n*-alkana C₂₁ dan C₂₅. Dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap terhadap alkana dengan jumlah atom karbon ganjil juga terlihat pada rentang *n*-alkana C₁₅ – C₂₆.

Kemudian stasiun 17 mempunyai distribusi *n*-alkana C₈ – C₁₀ dan C₁₄ – C₂₆, dengan puncak *n*-alkana yang tidak terlihat yakni C₁₅, C₁₇, C₂₁, dan C₂₅. Dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap terhadap alkana dengan jumlah atom karbon ganjil berada pada rentang *n*-alkana C₁₄ – C₂₆.

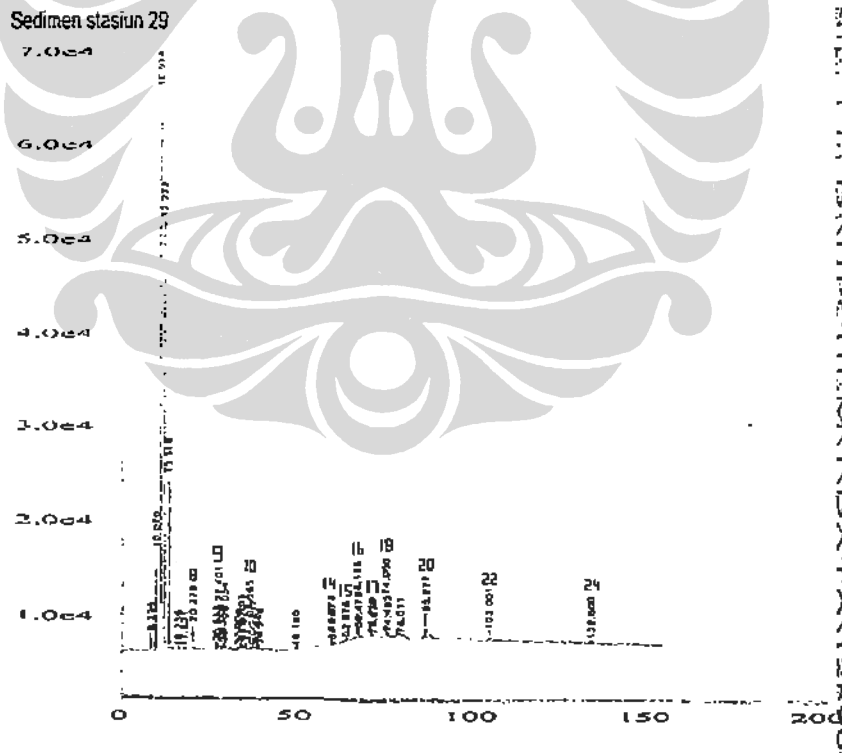
Yang terakhir stasiun 25, distribusi *n*-alkana dan dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap terhadap alkana dengan jumlah atom karbon ganjil terletak pada *n*-alkana C₁₅ – C₂₆. Tetapi puncak *n*-alkana C₂₁, dan C₂₅ tidak jelas terlihat.

Hasil tersebut memperlihatkan adanya distribusi *n*-alkana dengan berat molekul kecil (di bawah C₂₃) sehingga mengindikasikan adanya materi organik yang berasal dari alga dan beberapa diantaranya berasal dari zooplankton, bakteri, fungi, dan ikan.

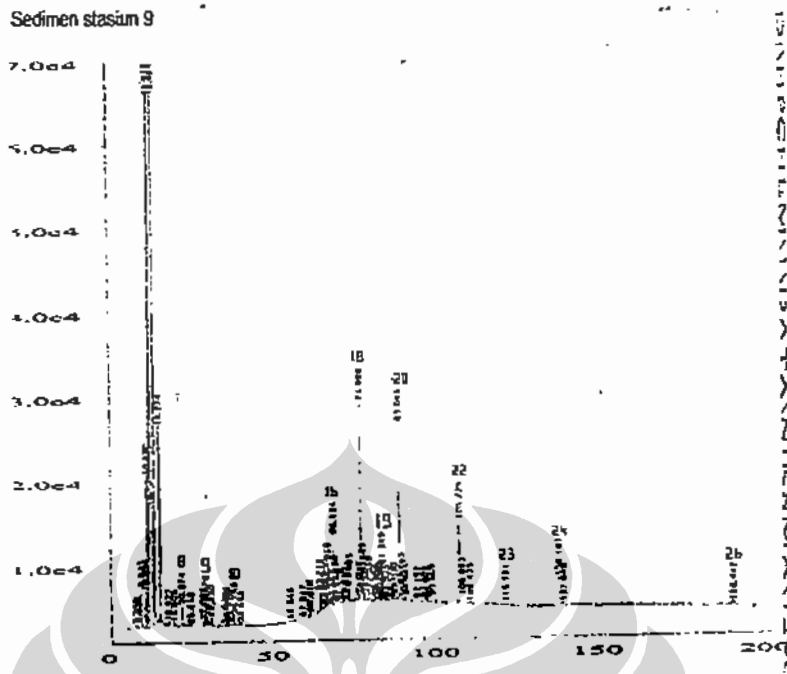
Beberapa hasil analisa kromatografi gas (GC) di atas menunjukkan puncak *n*-alkana di bawah C₁₃. Jika sumber *n*-alkana berasal dari hidrokarbon minyak bumi atau hidrokarbon antropogenik, distribusi akan berada di atas *n*-alkana C₁₃ sebab pada penelitian ini analisa dilakukan terhadap sedimen laut. Bila terjadi tumpahan minyak di laut maka fraksi-fraksi dengan jumlah atom karbon kurang dari 13 akan menguap dalam beberapa hari, sedangkan yang berjumlah hingga 20 akan menguap dalam beberapa minggu sehingga hasil analisa GC dari sedimen lautnya akan menunjukkan puncak *n*-alkana di atas C₁₃. Bensin sendiri memiliki distribusi *n*-alkana pada rentang *n*-alkana C₆ – C₁₂, kemudian distribusi *n*-alkana minyak disel berada pada rentang C₁₀ – C₂₈. Sedangkan *n*-alkana dengan jumlah atom karbon di atas C₂₈ berasal dari fraksi minyak bumi dengan titik didih tinggi.



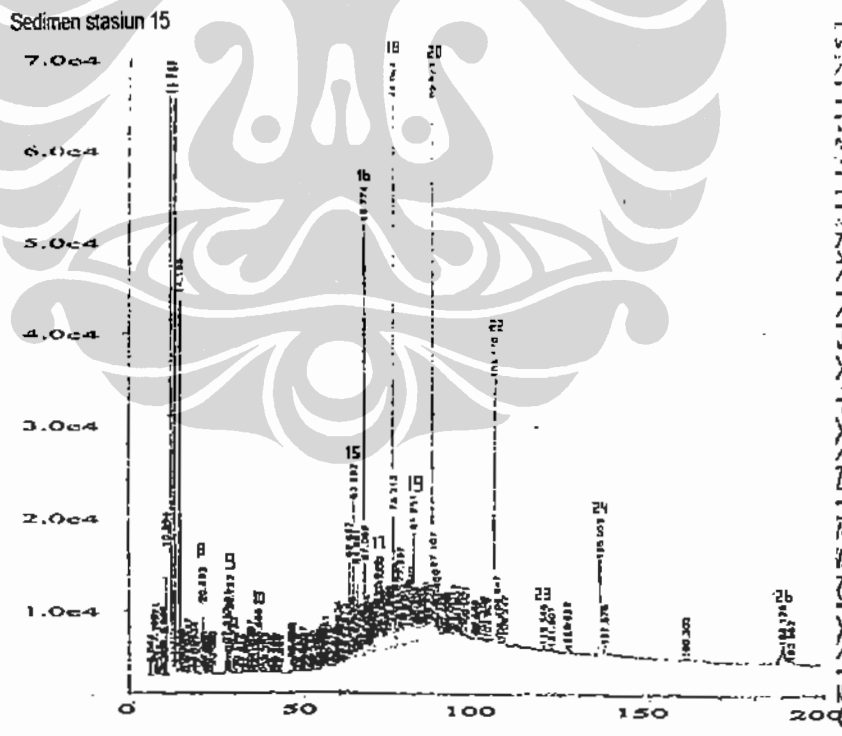
Gambar 3. Kromatogram GC stasiun 1.



Gambar 4. Kromatogram GC stasiun 29.

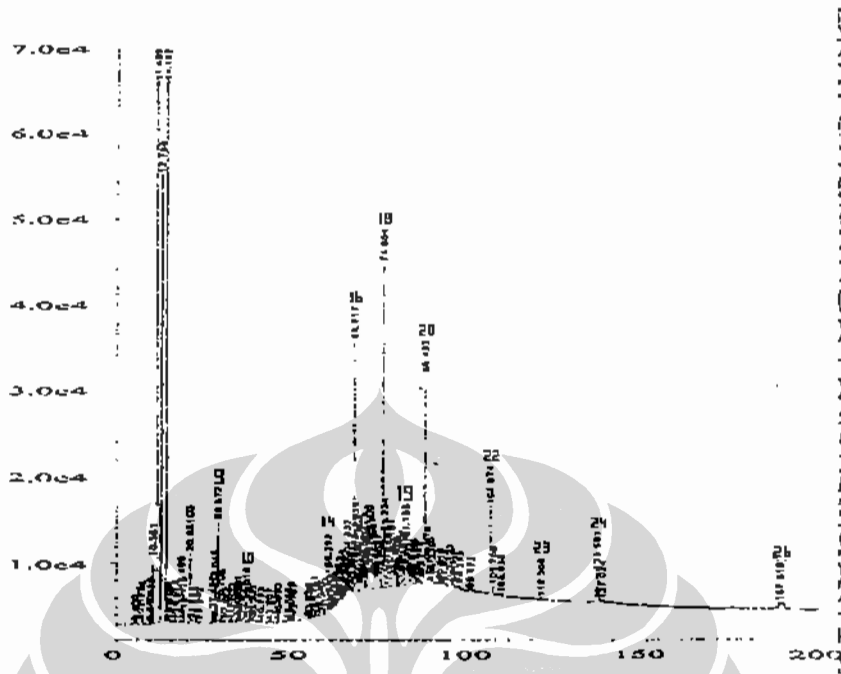


Gambar 5. Kromatogram GC stasiun 9.



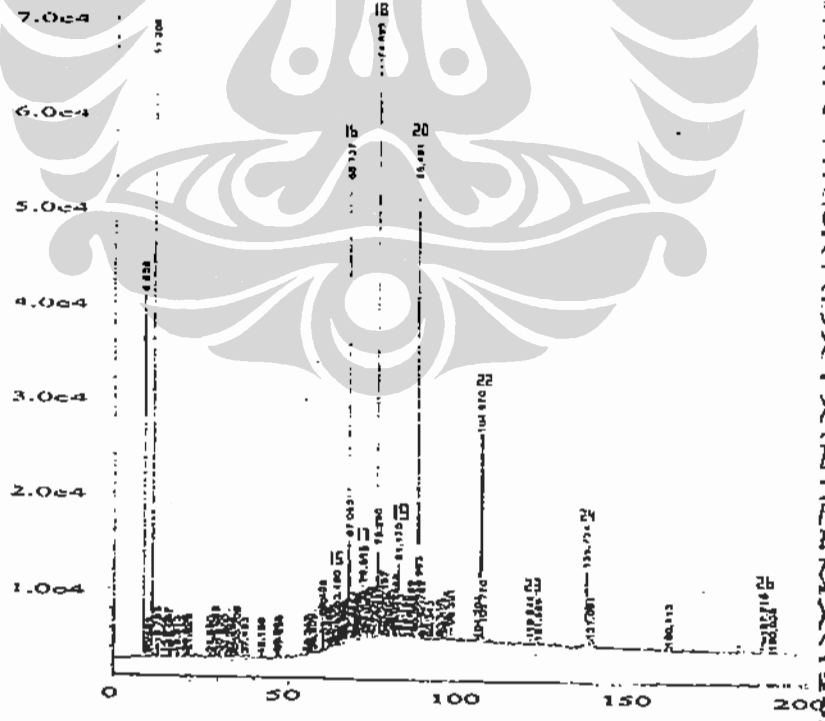
Gambar 6. Kromatogram GC stasiun 15.

Sedimen stasiun 17



Gambar 7. Kromatogram GC stasiun 17.

Sedimen stasiun 25



Gambar 8. Kromatogram GC stasiun 25.

Hasil analisa GC dari masing-masing stasiun secara umum juga teramati adanya distribusi *n*-alkana pada rentang C_{14} – C_{26} dengan dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap terhadap alkana dengan jumlah atom karbon ganjil. Sumber *n*-alkana tersebut dapat berasal dari berbagai sumber, salah satunya ialah cyanobakteri yang distribusi *n*-alkananya dijumpai pada rentang C_{14} – C_{19} . Tetapi cyanobakteri distribusi *n*-alkananya tidak didominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap. Selain itu distribusi *n*-alkana pada rentang C_{15} – C_{24} didapat pada alga merah (*rhodophyta*) dengan dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap, sedangkan distribusi *n*-alkana di atas C_{20} diperoleh dari beberapa spesies alga biru (*cyanophyta*). Organisme tersebut tidak mempunyai dominasi alkana dengan jumlah atom karbon ganjil terhadap alkana dengan jumlah atom karbon genap. Maka kemungkinan besar sedimen yang dianalisa memiliki sumber hidrokarbon yang berasal dari alga merah atau alga biru. Ini diperkuat pula oleh penelitian Charles (1965) yang menyebutkan kecilnya dominasi alkana dengan jumlah atom karbon ganjil terhadap alkana dengan jumlah atom karbon genap pada distribusi *n*-alkana organisme laut. Juga disebutkan sedimen yang baru terbentuk dan materi organikanya berasal dari organisme laut mempunyai distribusi *n*-alkana dengan dominasi alkana atom karbon ganjil yang kecil. Beberapa jenis alga diketahui hidup pada perairan di atas 80 m. Perlu diingat sedimen yang dianalisa memiliki kedalaman paling jauh 12 m.

Hasil analisa yang menunjukkan adanya sumber hidrokarbon yang berasal dari alga merah juga sesuai dengan adanya kejadian *harmful algae bloom* atau *red tide* yakni meningkatnya jumlah populasi alga beracun di Teluk Jakarta pada awal bulan Mei 2004 atau beberapa minggu sebelum hari pengambilan sampel sedimen. Kejadian tersebut mengakibatkan banyaknya ikan yang mati karena pada malam hari oksigen yang dibutuhkan ikan diserap oleh alga. Akibatnya ikan yang hidup di perairan tersebut kekurangan oksigen sehingga mati. Tetapi penelitian ini tidak dapat mengetahui jumlah alga yang dianalisa pada sedimen laut di masing-masing stasiun.

Adanya dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap juga didapat dari beberapa penelitian. Contohnya, dominasi alkana dengan jumlah atom karbon genap pada kisaran *n*-alkana C_{13} – C_{31} pertama kali diketahui dalam beberapa sampel sedimen dari Teluk Arab. Satu sedimen dari sampel *coring* berasal dari Laut Hitam dilaporkan juga mempunyai puncak *n*-alkana C_{18} dengan dominasi alkana atom karbon genap. Diperkirakan dominasi ini terjadi karena adanya transformasi dari asam lemak menjadi *n*-alkana. Seperti

telah diketahui hampir semua asam lemak yang terdapat di alam mempunyai jumlah atom karbon yang genap karena asam ini dibiosintesis dari gugus asetil berkarbon dua dalam asetil koenzim A. Tetapi sesuai dengan penjelasan pada paragraph sebelumnya, sumber dominasi alkana atom karbon genap lebih dimungkinkan berasal dari plankton laut.

Apabila kromatogram masing-masing stasiun dibandingkan terlihat distribusi *n*-alkananya tidak berbeda jauh sehingga dapat disimpulkan bahwa sumber hidrokarbon dari stasiun-stasiun tersebut di atas adalah sama. Stasiun 29 yang dianggap sebagai kontrol juga memiliki distribusi *n*-alkana yang tidak berbeda dengan stasiun lainnya, hanya saja puncak-puncak dari *n*-alkananya memang tidak setinggi puncak-puncak *n*-alkana stasiun lainnya. Penjelasan sebelumnya juga menandakan dari hasil analisa GC diketahui sumber hidrokarbon berasal dari hidrokarbon alamiah.

Hasil penentuan distribusi *n*-alkana dalam penelitian ini tidak dapat membuktikan secara jelas ada tidaknya pencemaran hidrokarbon minyak bumi dalam sedimen yang dianalisa. Ini terjadi karena pada penentuan distribusi *n*-alkana pada standar minyak bumi, *n*-alkana hanya didapat hingga C_{26} sehingga bisa saja karena keterbatasan penggunaan instrumen GC, distribusi *n*-alkana pada rentang C_{25} – C_{33} yang menjadi indikasi adanya pencemar minyak bumi menjadi tidak terdeteksi. Tetapi penelitian ini dapat digunakan sebagai pendahuluan untuk menentukan metode yang sesuai agar adanya pencemaran minyak bumi dalam sedimen diketahui.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan :

- Secara keseluruhan hasil analisa sedimen laut dari masing-masing stasiun di Teluk Jakarta teramati adanya distribusi *n*-alkana pada rentang C_{14} – C_{26} yang didominasi oleh alkana dengan jumlah atom karbon genap.
- Hasil analisa GC sampel sedimen laut Teluk Jakarta pada tanggal 24, 26, dan 28 Mei 2004 mengandung sumber hidrokarbon alamiah yang berasal dari alga merah (*rhodophyta*) atau alga biru (*cyanophyta*).

DAFTAR ACUAN

- 1 Albrecht, 1969; Acyclic Isoprenoids. dalam Geochemical Fossil and Their Significance in Petroleum Formation
- 2 Al-Lihaibi, Sultan S., 1997; Hydrocarbon Distributions in Sediments of The Open Area of

- The Arabia Gulf Following the 1991 Gulf War Oil Spill; *Mar. Poll. Bull.*, Vol. 34, No. 11
- 3 Al-Saad, Hamid T., 1993; Sources of Hydrocarbons and Fatty Acid in Sediment from Hor Al-Hammar Marsh, Shatt Al-Arab, and North-West Arabian Gulf; *Mar. Poll. Bull.*, Vol. 26, No. 10
 - 4 Ambarwati, Retna., 1985; Pengaruh Waktu Pelapukan Terhadap Beberapa Sifat Minyak Bumi; Jurusan Kimia FMIPA UI
 - 5 Blumer, M., Guillard, R.R.L., dan Chase, T., 1971; Hydrocarbons of Marine Phytoplankton; *Mar. Biol.*, Vol. 8, No. 183
 - 6 Bray, E.E., dan Evans, E.D., 1961; Distribution of N-paraffins as a Clue to Recognition of Source Beds; *Geochim. Cosmochim. Acta.*, Vol. 22
 - 7 Charles, B.K., George, W.J., dan Leon, S.c., 1965; Normal Alkane Distribution in Marine Organisms; Possible Significance to Petroleum Origin; *Bull. of The Ame. Asso. of Petro. Geologist*, Vol. 49, No. 3
 - 8 Clark, R.B., 1986; *Marine Pollution*; Oxford University Press, New York
 - 9 Connell, D.W., dan Miller, G.J., 1981; Petroleum Hydrocarbons in Aquatic Ecosystems-Behaviour and Effects of Sublethal Concentration; Part I, *CRC Crit. Rev. Environ. Control*
 - 10 Dunn, P.D., dan Fee, J., 1979; Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Carcinogens in Commercial Seafood; *J. Fish. Res. Board Canada*
 - 11 Fessenden, Ralph J., dan Fessenden, Joan S., 1999; *Kimia Organik Edisi Ketiga*; Jilid 2; Erlangga, Jakarta
 - 12 Friedman, Gerald M., 1978; *Principles of Sedimentology*; John Wiley & Sons, Inc., USA
 - 13 FKIP Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin., 2000; Analisis Kandungan Hidrokarbon Aromatik Pada Gambut Lapisan Atas di Kecamatan Gambut Kabupaten Banjar
 - 14 Gerlach, S.A., 1981; *Marine Pollution : Diagnosis and Therapy*; Springer-Verlag, New York
 - 15 Giger, W., dan Schaffner, C., 1977; Aliphatic, Olefinic, and Aromatic Hydrocarbon in Recent Sediment of Highly Eutrophic Lake; *Adv. In Organic Geochemistry*, Enafdimsa, Madrid
 - 16 Goldberg, Edward D., 1976; *Strategies for Marine Pollution Monitoring*; John Wiley & Sons, New York
 - 17 Greist, W.H., 1980; Multicomponent PAH Analysis of in Land Water and Sediment. dalam *Hydrocarbons and Halogenated in the Aquatic Environment*; Edited by BK. Afghan. D. Mackay
 - 18 Heitkamp, M.A., dan Cerniglia, C.E., 1989; Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Degradation by *Mycobacterium sp.* in Microcosm Containing Sediment and Water from a Pristine Ecosystem; *Appl. Environ. Microbiol.*
 - 19 Hunt, J.M., 1972; Distribution of Carbon in Crust of Earth; *Ame. Assoc. Bull.* 56
 - 20 Koesoemadinata., 1980; *Geologi Minyak dan Gas Bumi*; Edisi ketiga, Jilid I, ITB, Bandung
 - 21 Kompas., Kamis, 13 Mei 2004; *Fitoplankton Berlebihan Picu Kematian Massal Ikan*
 - 22 Kuniastuti, Efelia., 1996; *Studi Degradasi Senyawa Hidrokarbon dan Fenol di Dalam Sedimen Akibat Kegiatan Perminyakan*; Jurusan Kimia FMIPA UI
 - 23 Lijmbach, G.W., 1975; *On the Origin of Petroleum*; *Proceedings of The Ninth World Petroleum Congress*, Applied Science Publisher, London
 - 24 Moore, J.W. dan Ramamoorthy., 1984; *Organic Chemicals in Natural Waters : Applied, Monitoring, and Impact Assessment*; Springer-Verlag, New York
 - 25 National Academic of Sciences, 1975; *Petroleum in The Marine Environmental*; Washington D.C.
 - 26 Nunik, Supriyantini., 1989; *Studi Penggunaan Metode Kromatografi Gas dan Spektrometri Infra Merah (IR) Dalam Penyelidikan- minyak bumi*; Jurusan Kimia FMIPA UI
 - 27 Pauzi Abdullah, M.D., 1997; *Hydrocarbon Pollution in The Sediment of Some Malaysian Coastal Areas*; Kluwer Academic Publishers, Netherlands
 - 28 Pelczar Jr, Michael J., dan Chan, E.C.S., 1986; *Dasar-dasar Mikrobiologi 1*; UI-Press, Jakarta
 - 29 Philp, R.P., 1985; *Fossil Fuel Biomarkers, Applications and Spectra*; Elsevier, New York
 - 30 Razak, Hamidah., 1991; *Kromatografi Gas Untuk Penentuan Organoklorin dan Poliklorobifenil*; *Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*; LIPI, Jakarta
 - 31 Stich, H.F., dan Dunn, B.P., 1980; *Carcinogenic Load the Environment Benzo(a) Pyrene in Sediment of Aquatic Water*; *Artic* 33
 - 32 Sukib, dkk., 1999; *Identifikasi dan Penentuan Kandungan Hidrokarbon Dalam Sedimen Permukaan di Perairan Laut Wilayah Pelabuhan Lembar, Lombok*; Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FKIP Universitas Mataram
 - 33 Wardley-Smith, J., 1983; *The Control of Oil Pollution*; Groham and Trotman Limited, London
 - 34 Wiwiet, Prihatmadji., 1988; *Korelasi Minyak Dengan Batuan Induk Berdasarkan Distribusi Biomarker Isoprenoid dan N-Alkana di Daerah Cepu*; FMIPA UI
 - 35 Youngblood, W.H., Blumer, M., Guillard, R.R.L., dan Fiore, F., 1973; *Saturated and Unsaturated Hydrocarbons in Marine Benthic Algae*; *Mar. Biol.*, Vol. 8., No. 190.