

PENGARUH AKTIFITAS ANTROPOGENIK TERHADAP SEBARAN DAN JUMLAH JENIS POLISIKLIK AROMATIK HIDROKARBON (PAH) DALAM AIR LAUT DAN SEDIMEN DI PERAIRAN TELUK JAKARTA

INFLUENCE OF ANTROPOGENIC ACTIVITIES TO THE DISTRIBUTION AND KIND NUMBER OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBON (PAH) IN SEAWATERS AND SEDIMENT OF JAKARTA BAY

Khozanah dan Deny Yogaswara

Laboratorium Kimia Organik, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta Utara
Email : khozanahmunawir6@gmail.com

Diterima : 29-03-2017, Disetujui : 13-12-2017

ABSTRAK

Teluk Jakarta adalah perairan yang terletak di Daerah Khusus Ibukota Jakarta dan Jawa Barat serta persisnya di pantai utara Propinsi Banten. Di perairan ini bermuara tiga belas sungai yang membawa berbagai macam limbah yang berasal dari daratan menuju ke perairan Teluk Jakarta. Berbagai aktivitas terdapat di perairan ini, antara lain sebagai tempat mencari ikan bagi nelayan, pariwisata, dan pelayaran. Selain itu, di perairan ini juga terdapat pelabuhan laut internasional Tanjung Priok. Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) adalah salah satu parameter kualitas lingkungan perairan. Penentuan kadar PAH dalam air dan sedimen di perairan Teluk Jakarta telah dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2015. Ada tiga titik kawasan, yaitu kawasan barat, tengah dan timur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran kadar dan jumlah jenis PAH di perairan Teluk Jakarta dan menambah *data base* inventarisasi PAH Perairan Indonesia. Kadar PAH diukur dengan *Gas Chromatografi - Flame Ionisasi Detector (GC-FID)* yang dilengkapi dengan kolom kapiler HP1. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sebaran kadar PAH total dalam air laut di kawasan barat berkisar antara 0,007-0,056 ppb, dengan rerata sebesar 0,019 ppb, di kawasan tengah berkisar antara 0,009-0,081 ppb dengan rerata sebesar 0,033 ppb, di kawasan timur berkisar antara tidak terdeteksi (ttt)-0,03 ppb dengan rerata sebesar 0,011 ppb. Kadar total PAH dalam sedimen di kawasan barat berkisar antara 1,1983-7,9750 ppm, dengan rerata sebesar 2,9127 ppm, di kawasan tengah berkisar antara 1,6229-8,2591 ppm, dengan rerata sebesar 4,7049 ppm, dan di kawasan timur berkisar antara 1,5972-2,9661 ppm dengan rerata sebesar 2,1224 ppm. Berdasarkan hasil penelitian ini, kadar PAH dalam perairan Teluk Jakarta (kawasan barat, tengah dan timur) belum melebihi Baku Mutu Kualitas Perairan yang dikeluarkan oleh Kantor Kementerian Negara Lingkungan Hidup 2004. Demikian juga untuk kadar PAH dalam sedimen, ditemukan 15 jenis PAH di Teluk Jakarta.

Kata kunci: Teluk Jakarta, Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH), lingkungan

ABSTRACT

Jakarta Bay is located in northern of Jakarta, West Jawa, and Banten rovince. Jakarta Bayis throughten by 13 rivers which coming out and carry out kind of waste from land runoff. Many activities was happened such as fishing, tourisme, shipping and an international sea port, Tanjung Priok. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) is one of marine environment quality parameters. Determination of PAHs in seawaters and sediments were conducted in July-August 2015. Sampling site was divided in three region: west (Banten), middle (Jakarta) and east (West Jawa). The aim of the research is to determine the distribution levels and kind number of PAH and inventory data base of PAH in Indonesian seawaters. PAH levels measured by Gas Chromatography - Flame Ionization Detector (GC-FID) equipped with a capillary column HP1. The results showed that the levels of PAH total in sea water in the western region ranged from 0.007 to 0.056 ppb, with an average of 0,019 ppb, in the middle range between 0.009 to 0.081 ppb with an average of 0.033 ppb, and in eastern region ranged undetected to 0.030 ppb with an average of 0.011 ppb. Levels of total PAHs in sediments in July-August in the western region ranged from 1.1983 to 7.9750 ppm, with an average of 2.9127 ppm, the central region ranges from 16.229 to 8.2591 ppm, with an average amounted to 4.7049 ppm, in the eastern region ranged between 1.5972 - 2.9661ppm with an average of 2.1224 ppm. PAH concentration seawaters

and sediment in Jakarta Bay (west, middle and east region) is not exceed of the Quality Standard Water Quality which issued by Ministry of Environment 2004. Number of kinds PAH was found 15.

Keywords: Jakarta Bay, Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH), environment

PENDAHULUAN

Perairan Teluk Jakarta terletak di tiga propinsi yaitu Banten (disebelah barat), DKI Jakarta (tengah) dan Jawa Barat (timur). Luasnya sekitar 150 mil laut (+490 km²) terletak antara 106⁰43' dan 107⁰1' BT, yang di sebelah barat berbatasan dengan Tanjung Pasir (Propinsi Banten) dan di sebelah timur berbatasan dengan Tanjung Karawang (Propinsi Jawa Barat) (Aprilani *et.al*, 1977). Di perairan ini terdapat pulau-pulau kecil yang membentang dari selatan ke utara, dikenal dengan nama Kepulauan Seribu. Perairan Teluk Jakarta mempunyai berbagai macam fungsi antara lain untuk kegiatan perikanan, pariwisata dan pelayaran. Di perairan Teluk Jakarta ini bermuara 13 buah sungai yang membawa berbagai limbah yang berasal dari daratan. Perairan ini merupakan sumber perikanan dan sumber mata pencaharian bagi para nelayan setempat. Selain itu, di perairan Teluk Jakarta terdapat pula pelabuhan laut internasional (Tanjung Priok), tempat bersandar bagi kapal-kapal besar maupun kecil dan menjadi perairan tempat lalu lalang kapal-kapal besar (kargo dan tanker) maupun kapal-kapal kecil (nelayan dan wisatawan lokal yang menghubungkan penduduk Kepulauan Seribu dengan daratan Pulau Jawa dan sebaliknya).

Sehubungan dengan kondisi tersebut di atas dan meningkatnya jumlah penduduk serta pembangunan khususnya dibidang industri, yang tujuannya untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, tetapi disisi lain menimbulkan efek negatif yaitu bertambahnya jumlah limbah yang dihasilkan, akibat aktifitas tersebut di atas. Banyaknya kapal yang melintasi perairan Teluk Jakarta yang dalam operasinya menggunakan bahan bakar (solar) yang merupakan sumber utama emisi yang akan menghasilkan PAH apabila pembakarannya tidak sempurna. Sudah banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa PAH yang dihasilkan dari kegiatan manusia dapat menyebabkan kanker dan efek mutagenik pada organisme (Zakaria & Mahat, 2006).

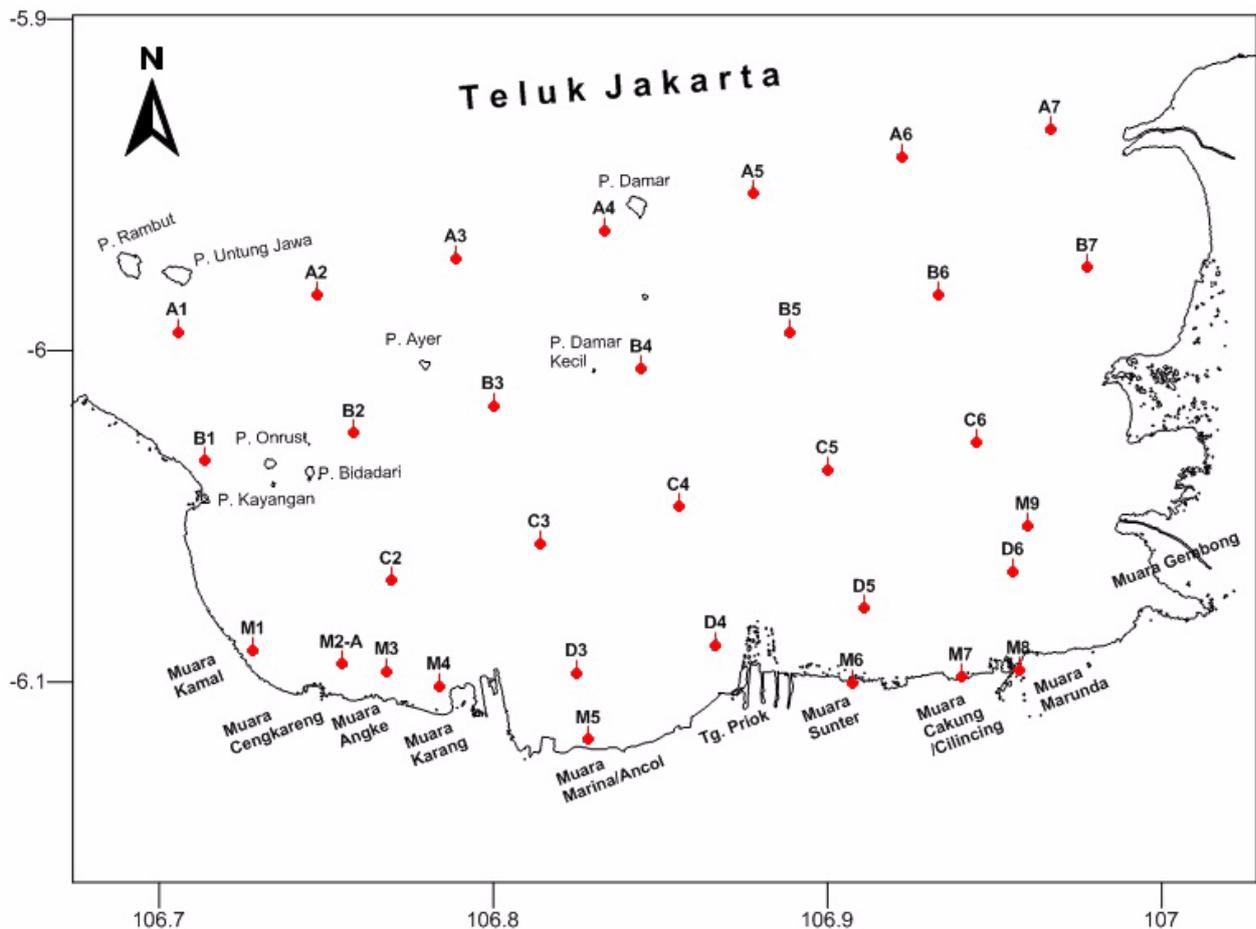
Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) adalah senyawa organik yang tersebar luas di alam, bentuknya terdiri dari beberapa rantai siklik aromatik dan bersifat hidrofobik. Senyawa PAH mengandung dua atau lebih rantai benzena, berasal dari pirolisis, pembakaran yang tidak

sempurna seperti pembakaran hutan, buangan mesin motor dan gunung berapi dan proses pembakaran yang menggunakan suhu tinggi pada proses pengolahan minyak bumi (Neff, 1979). Menurut Neff (1979) bahwa pembakaran sangat mempengaruhi jenis dan jumlah PAH yang dihasilkan. Sumber PAH di alam adalah pembakaran fosil fuel (Blumer, 1961). Menurut Maher *et al.* (1979) dan Bagg *et al.* (1981) bahwa kepekatan tertinggi PAH diperoleh dalam sedimen laut yang dekat dengan daerah perkotaan. Ini mungkin merupakan pola umum karena PAH cenderung berkumpul dalam sedimen perairan yang dekat dengan daerah perkotaan. Senyawa PAH mudah mengendap ke dasar perairan, dan sangat beracun bagi organisme perairan. PAH yang terlarut dalam air, pada kadar antara 0,1-0,5 ppm sudah dapat menyebabkan keracunan terhadap semua larva biota perairan. Menurut Uthe (1991), senyawa PAH akan terakumulasi menjadi kadar yang tinggi dalam tubuh hewan tingkat rendah, karena senyawa ini sukar dicerna dalam tubuhnya. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui sebaran kadar dan jumlah jenis pencemar PAH di perairan Teluk Jakarta dan untuk menambah data sebaran PAH di perairan Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan contoh air dan sedimen dilakukan di perairan Teluk Jakarta pada bulan Juli-Agustus 2015. Pengamatan kadar PAH dilakukan terhadap contoh air dan sedimen di 23 Stasiun yang dikelompokkan menjadi tiga kawasan yaitu: kawasan barat (Banten, stasiun: A1, A2, B1, C2, M1, M2, M3, dan M4), kawasan tengah (Jakarta, stasiun: A3, A4, A5, C3, D3, D4, D5, dan M5) dan kawasan timur (Jawa Barat, stasiun: A6, A7, B7, D6, M7, M8, dan M9). Pembagian ini dilakukan berdasarkan contoh air laut yang diambil dengan wadah stainless steel. Contoh sedimen diambil dengan menggunakan grab MC Intyre (Gambar 1).

Contoh air laut di permukaan diambil sebanyak 2 liter, disimpan dalam botol kaca, kemudian dimasukkan dalam kotak es (*Ice box*). Setelah sampai di laboratorium, contoh air segera disaring dengan kertas saring GFC (*Glass Fiber type C*) ukuran 0,45 mikron. Filtrat yang dihasilkan diekstrak dalam corong pisah dengan heksan pro analisis sebanyak 3 kali masing-masing dengan volume 40 ml. Kadar PAH diukur



Gambar 1. Peta lokasi sampling perairan Teluk Jakarta Juli-Agustus 2015

dengan alat kromatografi gas (*GC-FID*) *Hewlett Packard* (*HP*) 5890 series II.

Proses selanjutnya dibersihkan dengan alumina *WB 5 basic SIGMA* dan pemisahan fraksi non polar (F1) dan polar (F2) dengan silika *Merck 7754*. Metode yang digunakan mengikuti metode yang dipakai oleh Holden & Marsden (1969), Greve & Grevenstuk (1975), Duinker & Hillebrand (1978). Hasil pengukuran dinyatakan dalam ppb untuk air dan ppm untuk sedimen.

Contoh sedimen yang telah diambil dimasukkan dalam botol kaca (botol kaca sebelumnya dicuci dengan deterjen khusus dan dikeringkan pada suhu 200°C). Dalam keadaan dingin 4°C contoh tersebut dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Untuk contoh lumpur dikeringkan dalam oven 50°C semalam (lebih dari 8 jam), diekstraksi dengan diklorometan selama 8 jam. Selanjutnya *clean up* dengan alumina *SIGMA WB 5 basic* yang dilakukan dengan melewati campuran 4% dietil eter dan n-heksan. Kadar PAH diukur dengan *GC-FID* yang dilengkapi dengan kolom kapiler (*HP1*). Panjang kolom 12 meter dan

diameter 0,2 mm dengan tebal film 0,33 µm. Pemisahan senyawa PAH dilakukan sebagai berikut: Suhu oven 60°C lalu dinaikkan 280°C dengan laju peningkatan suhu 10°C per menit, kemudian didiamkan selama 3 menit. Suhu detektor 300°C dan suhu injektor 240°C (Anonymous 1989).

HASIL DAN BAHASAN

A. Kadar PAH dalam Air Laut

Hasil pengukuran kadar PAH dalam air laut disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut, di kawasan barat (st A1, A2, B1, C2, M1, M3, dan M4) kadar PAH berkisar antara 0,004-0,056 ppb dengan rerata 0,019 ppb. Kadar tertinggi dijumpai di stasiun A1 dan terendah di stasiun C2. Tingginya kadar PAH di stasiun A1 yang letaknya cukup jauh dari daratan diduga akibat pengaruh gerakan masa air yang membawa PAH yang berasal dari daratan ke tempat yang lebih jauh. Di kawasan tengah (St A3, A4, A5, C3, D3, D4, D5, dan M5) kadar PAH berkisar antara 0,009-0,081 ppb dengan rerata 0,033 ppb. Kadar tertinggi

Tabel 1. Kadar PAH dalam air laut di kawasan barat, tengah dan timur, Teluk Jakarta

Hasil analisa PAH air laut Teluk Jakarta 2015 (ppb)					
Stasiun	Barat	Stasiun	Tengah	Stasiun	Timur
A1	0,056	A3	0,031	A6	0,012
A2	0,040	A4	0,029	A7	0,005
B1	0,005	A5	0,015	B7	Ttd
C2	0,004	C3	0,009	D6	0,031
M1	0,005	D3	0,081	M7	0,011
M2	0,021	D4	0,054	M8	0,005
M3	0,011	D5	0,036	M9	0,015
M4	0,006	M5	0,011		
Min	0,004	Min	0,009	Min	Ttd
Mak	0,056	Mak	0,081	Mak	0,031
Total	0,148	Total	0,268	Total	0,080
Rerata	0,019	Rerata	0,033	Rerata	0,011

dijumpai di stasiun D3 dan terendah di stasiun C3. Tingginya PAH di stasiun D3 ini ada kaitannya dengan posisi stasiun tersebut yang terletak di depan Muara Sungai Ancol/Marina. Sungai ini merupakan sungai tempat berlabuhnya kapal-kapal wisatawan yang menghubungkan daratan Jakarta dengan pulau-pulau di Kepulauan Seribu. Munawir

(2009) menyatakan bahwa PAH yang tinggi diperoleh di tempat yang dekat dengan daratan. Di kawasan timur (st A6, A7, B7, D6, M7, M8, dan M9) kadar PAH berkisar antara tidak terdeteksi (ttd)-0,031 ppb dengan rerata 0,011 ppb. Kadar tertinggi dijumpai di stasiun D6. Stasiun yang bebas dari pencemar PAH adalah Stasiun B7, karena kadar PAH nya tidak terdeteksi. Tingginya kadar PAH di stasiun D6 ada kaitannya dengan posisi stasiun tersebut yang berada didekat dua muara sungai yaitu Muara Gembong dan Marunda.

Berdasarkan hasil ini maka urutan rerata kadar PAH dalam air tertinggi adalah di kawasan tengah, kemudian diikuti oleh kawasan barat dan timur. Hal ini disebabkan adanya pelabuhan besar Internasional Tanjung Priok, tempat bersandarnya kapal-kapal besar seperti kargo, tanker, kapal transportasi dan juga kapal nelayan (Gambar 1).

B. Jumlah Jenis PAH dalam air laut

Jumlah jenis PAH dalam air laut yang terdapat dalam air laut di kawasan barat dicantumkan dalam Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut jumlah jenis PAH terbanyak dijumpai pada stasiun A1 yakni 13 jenis, diikuti stasiun A2 yang letaknya lebih jauh dari pantai dengan 10 jenis, stasiun M2 sebanyak 4 jenis dan stasiun B1, C2, M1, dan M4 hanya satu jenis. Tingginya jumlah jenis PAH di stasiun A1

Tabel 2. Jumlah jenis PAH (ppb) dalam air laut dikawasan Barat, Teluk Jakarta

Jenis PAH	TJKT_A1	TJKT_A2	TJKT_B1	TJKT_C2	TJKT_M1	TJKT_M2	TJKT_M3	TJKT_M4
Naphthalene	0.005	< 0.001	0.005	< 0.001	0.005	< 0.001	0.005	< 0.001
Acenaphthylene	0.002	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
2-Bromonaphtalene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Acenaphthene	0.002	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Fluorene	0.004	0.004	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Anthracene	0.004	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001
Phenanthrene	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Fluoranthene	0.005	0.005	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Pyrene	0.005	0.005	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.005	< 0.001	< 0.001
Benzo_(a)_anthracene	0.007	0.006	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.006	0.006	0.006
Chrysene	0.007	0.006	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.006	< 0.001	< 0.001
Benzo_(b)_fluoranthene	0.006	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Benzo_(a)_pyrene	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Dibenzoah (a) nthracene	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Indeno_(123-cd)_pyrene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Benzo_(ghi)_perylene	< 0.001	0.003	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Total PAH	0.056	0.040	0.005	0.004	0.005	0.021	0.011	0.006
Total Kadar/Bulan	0.148							
Jumlah Jenis	13	10	1	1	1	4	2	1
Total Jenis/Bulan	33							

Tabel 3. Jumlah jenis PAH (ppb) dalam air laut di kawasan tengah, Teluk Jakarta

Jenis PAH	TJKT_A3	TJKT_A4	TJKT_A5	TJKT_C3	TJKT_D3	TJKT_D4	TJKT_D5	TJKT_M5
Naphthalene	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Acenaphthylene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001
2-Bromonaphtalene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Acenaphthene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002	0.002	< 0.001	< 0.001
Fluorene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.004	0.004	< 0.001	< 0.001
Anthracene	< 0.001	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	< 0.001
Phenanthrene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Fluoranthene	0.005	0.005	< 0.001	< 0.001	0.006	0.005	0.005	< 0.001
Pyrene	0.005	0.005	< 0.001	< 0.001	0.006	0.005	0.005	< 0.001
Benzo_(a)_anthracene	0.006	0.006	0.006	< 0.001	0.008	0.007	0.006	0.006
Chrysene	0.006	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.008	0.006	0.006	< 0.001
Benzo_(b)_fluoranthene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.007	0.004	< 0.001	< 0.001
Benzo_(a)_pyrene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Dibenzoah (a) nthracene	0.004	0.005	< 0.001	< 0.001	0.001	0.003	0.004	< 0.001
Indeno_(123-cd)_pyrene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.019	0.005	< 0.001	< 0.001
Benzo_(ghi)_perylene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.005	< 0.001	< 0.001
Total PAH	0.031	0.029	0.015	0.009	0.081	0.054	0.036	0.011
Total Kadar/Bulan	0.258							
Jumlah Jenis	6	6	3	2	15	12	7	2
Total Jenis/Bulan	53							

dapat dipahami karena jumlah kadar PAH yang tinggi ditemukan di stasiun A1 Juga.

Jumlah jenis PAH dalam air laut kawasan tengah, dicantumkan dalam Tabel 3. Jumlah jenis PAH terbanyak dijumpai pada stasiun D3 memiliki jumlah jenis PAH terbanyak yakni 15 jenis, diikuti oleh stasiun D4 sebanyak 12 jenis, stasiun D5 sebanyak 7 jenis, stasiun A3 dan A4 sebanyak 6 jenis, stasiun A5 sebanyak 3 jenis dan stasiun C3 dan M5 sebanyak 2 jenis. Dengan demikian tingkat pencemaran jenis PAH di stasiun D3 dan D4 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lain. Tingginya jumlah PAH di stasiun D3 disebabkan oleh karena letaknya di depan muara sungai Marina, Ancol. Sungai Marina adalah tempat bersandarnya kapal wisata yang menuju ke pulau-pulau di Kepulauan Seribu. Dan PAH ini bersumber dari pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna dari kapal-kapal tersebut, sedangkan stasiun D4 yang berlokasi di pelabuhan Tanjung Priok, sumber pencemarnya berasal dari kapal-kapal motor. Sama seperti halnya lokasi-lokasi di bagian barat, di bagian tengahpun jumlah jenis PAH yang terbanyak diperoleh di tempat yang kadar PAH tertinggi. Kawasan tengah ini merupakan kawasan perairan yang paling banyak aktifitasnya, terutama karena adanya pelabuhan laut internasional Tanjung Priok.

Secara keseluruhan jumlah jenis PAH pada kawasan tengah lebih banyak dibandingkan dengan

kawasan barat dan timur, demikian juga dengan total kadar PAHnya.

Dikawasan timur, jumlah jenis PAH dalam sedimen terbanyak dijumpai di stasiun D6 yakni 6 jenis, selanjutnya diikuti oleh stasiun M9 dan A6 sebanyak 3 jenis, stasiun M7 sebanyak 2 jenis dan stasiun A7 dan M8 hanya terdapat satu jenis. Jumlah jenis PAH yang terbanyak di kawasan timur ini sama dengan yang diperoleh dikawasan barat dan tengah yaitu dilokasi ditemukannya jumlah kadar PAH dalam air yang tertinggi.

Secara keseluruhan jumlah jenis PAH untuk kawasan timur lebih sedikit dibandingkan dengan di kawasan tengah dan barat, demikian juga dengan kadarnya. Dengan demikian ada korelasinya antara kadar PAH dalam air laut yang tinggi dengan jumlah jenisnya.

Stasiun di kawasan timur yang jauh dari muara (Tabel 4) yaitu, stasiun A1 dan stasiun A2 memiliki jumlah jenis PAH yang lebih banyak yakni 13 jenis(A1) dan 10 jenis (A2), diikuti oleh stasiun A3, A4 dan A5 masing-masing sebanyak 6 jenis (A3), stasiun A4 sebanyak 6 jenis, dan stasiun A5 sebanyak 3 jenis.

Berdasarkan data ini sebaran kadar maupun jenis PAH sangat bervariasi. Secara keseluruhan jenis PAH yang terdapat di kawasan barat lebih banyak dibandingkan dengan kawasan timur,

Tabel 4. Jumlah jenis PAH (ppb) dalam air laut di kawasan timur, Teluk Jakarta

Jenis PAH	TJKT_A6	TJKT_A7	TJKT_B7	TJKT_D6	TJKT_M7	TJKT_M8	TJKT_M9
Naphthalene	0.004	0.005	< 0.001	0.005	0.005	0.005	0.005
Acenaphthylene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
2-Bromonaphthalene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Acenaphthene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Fluorene	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Anthracene	0.004	< 0.001	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001	0.004
Phenanthrene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Fluoranthene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.005	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Pyrene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.005	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Benzo_(a)_anthracene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.006	0.006	< 0.001	0.006
Chrysene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.006	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Benzo_(b)_fluoranthene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Benzo_(a)_pyrene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Dibenzoah (a) nhracene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Indeno_(123-cd)_pyrene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Benzo_(ghi)_perylene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Total PAH	0.012	0.005	0.000	0.031	0.011	0.005	0.015
Total Kadar/Bulan	0.08						
Jumlah Jenis	3	1	0	6	2	1	3
Total Jenis/Bulan	16						

sedangkan total kadarnya justru pada kawasan tengah yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian ini, secara keseluruhan menunjukkan bahwa kadar total PAH dalam air laut di perairan Teluk Jakarta belum melewati nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (2004) untuk kehidupan biota laut yakni 0,003 ppm atau 3 ppb, hal yang sama juga dijumpai untuk sedimen, kadar (St A3,A4,A5,C3,D3,D4,D5, dan M5) PAH dalam sedimen yang dapat menimbulkan efek negatif terhadap biota laut adalah 4,5 ppm (Simpson et al., 2005).

C. Sebaran Kadar PAH dalam Sedimen

Hasil pengukuran kadar PAH dalam sedimen disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan tabel tersebut untuk kawasan barat (St. A1, A2, B1, C2, M1, M2, M3, dan M4) kadar PAH berkisar antara 1,1983-7,9750 ppm dengan rerata 2,9127 ppm. Kadar tertinggi dijumpai di Stasiun A1 dan terendah di stasiun M4. Untuk kawasan tengah (St. A3,A4,A5,C3,D3,D4,D5 dan M5) kadar PAH berkisar antara 1,6229-8,2591 ppm dengan rerata 4,7049, ppm. Kadar tertinggi dijumpai di stasiun D3 dan terendah di stasiun M5. Untuk kawasan timur (St. A6, A7, B7, D6, M7, M8 dan M9) kadar

PAH berkisar 1,5972-2,9691 ppm dengan rerata 2,1224 ppm. Kadar tertinggi dijumpai di stasiun D6 dan terendah di stasiun B7.

Secara keseluruhan kadar total dan rerata PAH dalam sedimen dikawasan tengah lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan barat dan timur. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan nilai ambang batas PAH dalam sedimen yakni 4,5 ppm (Simpson *et al.*, 2005).

Jenis-jenis PAH yang terdapat di kawasan barat dicantumkan pada Tabel 6. Berdasarkan tabel tersebut di stasiun A1 terdapat 14 jenis PAH, diikuti oleh stasiun A2, 11 jenis, stasiun M1, 5 jenis, M2, 4 jenis, B1,C2 dan M3 masing-masing 3 jenis dan stasiun M4, 2 jenis. Data ini menunjukkan stasiun A1 memiliki tingkat pencemaran jenis PAH yang lebih tinggi dibandingkan yang lain. Secara keseluruhan jenis PAH pada bulan Agustus lebih banyak bila dilihat dari total kadarnya. Jenis-jenis yang umum dijumpai di semua stasiun adalah Fluoranthene, Benzo (a) Anthracene, Chrysene, Benzo (b) Fluoranthene, Benzo (a) Pyrene, Indeno (123-cd) Pyrene.

Di kawasan tengah, stasiun D3 memiliki jumlah jenis PAH terbanyak yakni 15 jenis, diikuti

Tabel 5. Kadar PAH (ppm) dalam Sedimen di kawasan barat, tengah dan timur, Teluk Jakarta

Hasil analisa PAH Sedimen Teluk Jakarta 2015 (ppm)					
Stasiun	Barat	Stasiun	Tengah	Stasiun	Timur
A1	7,9750	A3	3,7340	A6	2,4708
A2	4,5643	A4	3,8268	A7	2,5182
B1	1,5960	A5	3,8175	B7	1,5972
C2	1,6129	C3	2,9912	D6	2,9661
M1	2,5830	D3	8,2591	M7	1,6241
M2	2,1277	D4	6,0762	M8	1,6278
M3	1,6447	D5	4,2292	M9	2,0525
M4	1,1983	M5	1,6229		
Min	1,1983	Min	1,6229	Min	1,5972
Mak	7,9750	Mak	8,2591	Mak	2,9661
Total	23,3019	Total	34,5569	Total	14,8567
Rerata	2,9127	Rerata	4,7049	Rerata	2,1224

di stasiun D4 sebanyak 14 jenis, stasiun A3, D5 sebanyak 10 jenis, stasiun A4, dan A5 sebanyak 9 jenis, stasiun C3, sebanyak 6 jenis dan stasiun M5 sebanyak 3 jenis, (Tabel 7). Berdasarkan jumlah dan jenisnya, tingkat pencemaran PAH di dalam sedimen di stasiun D3 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lain.

Secara keseluruhan jenis-jenis PAH dalam sedimen kawasan barat lebih banyak dibandingkan kawasan timur dan kawasan tengah. Namun bila dilihat dari kadar total PAH maka kawasan tengah lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan barat dan timur. Sama halnya dengan kawasan barat, PAH jenis Fluoranthene, Benzo(a) Anthracene, Chrysene, Benzo(b) Fluoranthene, Benzo(a) Pyrene, Indeno(123-cd) Pyrene, merupakan jenis-jenis yang dijumpai di semua stasiun.

Hasil penelitian di kawasan timur, stasiun D6 dan A6 memiliki jumlah jenis PAH terbanyak yakni 6 jenis, selanjutnya diikuti oleh stasiun A7 sebanyak 5 jenis, stasiun M9 sebanyak 4 jenis, M7 dan M8 sebanyak 3 jenis (Tabel 8). Dengan demikian tingkat pencemaran PAH di stasiun D7 dan A6 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lain. Secara keseluruhan jumlah jenis PAH dalam sedimen di kawasan timur lebih sedikit dibandingkan dengan kawasan barat dan tengah, demikian juga dengan kadar totalnya sebesar 14,857 ppm. Senyawa PAH Naphthalene, Benzo (a) Anthracene, dan Chrysene merupakan jenis-jenis yang dijumpai di semua stasiun.

Tabel 6. Jumlah jenis PAH(ppm) dalam sedimen di kawasan barat, Teluk Jakarta

Sample Name	TJKT_A1	TJKT_A2	TJKT_B1	TJKT_C2	TJKT_M1	TJKT_M2	TJKT_M3	TJKT_M4
Naphthalene	0.433	< 0.01	0.411	< 0.01	0.436	< 0.01	0.430	< 0.01
Acenaphthylene	0.196	0.196	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
2-Bromonaphtalene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Acenaphthene	0.181	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fluorene	0.378	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Anthracene	0.422	0.419	< 0.01	0.420	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Phenanthrene	0.424	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fluoranthene	0.514	0.471	< 0.01	< 0.01	0.468	0.466	< 0.01	< 0.01
Pyrene	0.505	0.466	< 0.01	< 0.01	0.460	0.455	< 0.01	< 0.01
Benzo_(a)_anthracene	0.753	0.646	0.616	0.621	0.621	0.619	0.635	0.619
Chrysene	0.689	0.590	0.569	0.572	0.598	0.587	0.580	0.579
Benzo_(b)_fluoranthene	0.588	0.378	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Benzo_(a)_pyrene	0.257	0.258	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dibenzoah (a) nthracene	0.196	0.081	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Indeno_(123-cd)_pyrene	2.439	0.713	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Benzo_(ghi)_perylene	< 0.01	0.346	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Total PAH	7.975	4.564	1.596	1.613	2.583	2.128	1.645	1.198
Total Kadar/Bulan	23.302							
Jumlah Jenis	15	11	3	3	5	4	3	2
Total Jenis/Bulan	46							

Tabel 7. Jumlah jenis PAH (ppm)dalam sedimen di kawasan tengah, Teluk Jakarta

Sample Name	TJKT_A3	TJKT_A4	TJKT_A5	TJKT_C3	TJKT_D3	TJKT_D4	TJKT_D5	TJKT_M5
Naphthalene	0.435	0.393	0.420	0.438	0.423	0.439	0.431	0.432
Acenaphthylene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.204	0.198	< 0.01	< 0.01
2-Bromonaphtalene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.345	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Acenaphthene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.186	0.183	< 0.01	< 0.01
Fluorene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.385	0.383	< 0.01	< 0.01
Anthracene	< 0.01	0.422	0.418	0.425	0.433	0.427	0.420	< 0.01
Phenanthrene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.432	0.427	< 0.01	< 0.01
Fluoranthene	0.465	0.466	0.464	0.469	0.537	0.485	0.471	< 0.01
Pyrene	0.454	0.457	0.455	0.461	0.555	0.488	0.464	< 0.01
Benzo_(a)_anthracene	0.629	0.621	0.618	0.625	0.852	0.695	0.654	0.617
Chrysene	0.574	0.575	0.571	0.574	0.799	0.636	0.597	0.574
Benzo_(b)_fluoranthene	0.377	0.379	0.378	< 0.01	0.666	0.382	0.379	< 0.01
Benzo_(a)_pyrene	0.258	0.259	0.258	< 0.01	0.258	0.262	0.259	< 0.01
Dibenzoah (a) nthracene	0.021	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.274	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Indeno_(123-cd)_pyrene	0.301	0.256	0.236	< 0.01	1.910	0.573	0.308	< 0.01
Benzo_(ghi)_perylene	0.219	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.497	0.245	< 0.01
Total PAH	3.734	3.827	3.817	2.991	8.259	6.076	4.229	1.623
Total Kadar/Bulan	34.557							
Jumlah Jenis	10	9	9	6	15	14	10	2
Toyal Jenjs/Bulan	75							

Tabel 8. Jumlah dan jenis PAH (ppm)dalam sedimen di kawasan timur, Teluk Jakarta

Sample Name	TJKT_A6	TJKT_A7	TJKT_B7	TJKT_D6	TJKT_M7	TJKT_M8	TJKT_M9
Naphthalene	0.438	0.414	< 0.01	0.429	0.434	0.435	0.436
Acenaphthylene	0.198	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
2-Bromonaphtalene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Acenaphthene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fluorene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Anthracene	< 0.01	< 0.01	0.416	0.418	< 0.01	< 0.01	0.422
Phenanthrene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fluoranthene	< 0.01	0.463	< 0.01	0.463	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pyrene	< 0.01	0.454	< 0.01	0.458	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Benzo_(a)_anthracene	0.623	0.617	0.615	0.617	0.617	0.618	0.619
Chrysene	0.569	0.571	0.566	0.582	0.573	0.576	0.576
Benzo_(b)_fluoranthene	0.381	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Benzo_(a)_pyrene	0.262	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dibenzoah (a) nthracene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Indeno_(123-cd)_pyrene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Benzo_(ghi)_perylene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Total PAH	2.471	2.518	1.597	2.966	1.624	1.628	2.053
Total Kadar/Bulan	14.857						
Jumlah Jenis	6	5	3	6	3	3	3
Toyal Jenjs/Bulan	29						

KESIMPULAN

- Sebaran total kadar PAH dan jumlah jenisnya dalam air laut di kawasan tengah lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan barat dan timur.
- Sebaran total kadar PAH dan jumlah jenisnya dalam sedimen yang paling banyak di kawasan barat dan paling sedikit di kawasan tengah, namun jumlah dan jenisnya lebih banyak.
- Sebaran total PAH dalam sedimen masih lebih rendah dari nilai ambang batas PAH dalam sedimen yakni 4,5 ppm.
- Secara keseluruhan kadar total PAH dalam air laut masih di bawah ambang batas Baku Mutu yang ditentukan oleh Kantor Kementerian Negara Lingkungan Hidup tahun 2004.
- Diperoleh jumlah PAH sebanyak 15 jenis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudara Triyoni Purbonegoro, M.Si selaku koordinator penelitian ini. Tak lupa kami juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan peneliti dan teknisi yang terlibat dalam kegiatan ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan sukses.

DAFTAR ACUAN

- Anonimous.1989. The determination of petroleum hydrocarbons in sediments Intergovernmental manual and guides 11. Oceanographic commission. Unesco. 94.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tentang Baku Mutu Air Laut untuk kehidupan Biota Laut.
- Bagg, J., Smith, J.D. and Maher, W.A, 1981. Distribusi of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from southeastern Australia. *Aust.J Mar. Fresh-water Res.*32: 65-73.
- Blumer. 1961. Polycyclic Aromatic hydrocarbons in Norwegian Forest Soils: Impact of long range atmospheric transport. *In: Impact of long range atmospheric transport (AOMOT, E; E. STEINNES and R. SCHMID eds.) Environ. Pollut.* (92) 3: 275-280.
- Duinker, J.C. And M. T. J. Hillerbrand. 1978. Determination of selected organochlorine seawater. *In : K. Grasshoff. M. Erhardt and K. Kremling (eds.) Methods of seawater analysis.* Verlag Cheme. Weinheim: 290-304.
- Grave, P.V. And W.B.F.Gravenstuck 1975. A convenient small-scale clean-up method for extracts of fatty samples with basic alumina before GLC analysis on organochlorine pesticide residues. *Meded Faculty Landbouwwed. Gent* 40 : 1115-1124.
- Holden, A.V. And K. Marsden 1969. Single stage clean-up of animal tissue extracts for organochlorine residue analysis. *Jour. Chromatography* 44: 481-492.
- Maher, W. A., Bagg, And Smith, D.J. 1979. Determination on polycyclic aromatic hydrocarbons in marine sediments using solvent extraction, thinlayer chromatography and spectrofluorimetry. *Int. J. Environ. Anal. Chem.* 7,1.
- Munawir K. 2009. Kualitas Perairan Teluk Jakarta Di Tinjau Dari Aspek Kimia : Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) . Makalah ini dipresentasikan pada Seminar Nasional Perikanan Indonesia (STP) Jakarta, 3-4 Desember 2008-213
- Neff, J. M .1979. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in the Aquatic Environment. Sources, *Fates and biological Effects.* Applied Science Publishers. Essex. UK: 1- 262.
- Soegiarto, A and K.A. Soegiarto 1977. Sekilas sejarah penelitian di perairan Teluk Jakarta, Sumberdaya, Sifat-sifat Oseanologis, serta Permasalahannya. Lembaga Oseanologi nasional-LIPI.
- Simpson L Stuart., Graeme E Batley, Anthony A Chariton, Jenny L Stauber, Catherine K King, John C Chapman, Ross V Hyne, Sharyn A Gale, Anthony C Roach, William A Maher. 2005. *Handbook for Sediment Quality Assessment.* Publish by Centre Environment Contamination Research. Csiro Bangor-NSW
- Uthe, J. F. 1991. Polycyclic aromatic hydrocarbon in the environment. Marine Chemistry Division, Departement of Fisher and Oceans. Halifax. *Canadian chemical news :* 25-27.
- Zakaria, M. P And A. A. Azril. 2006. Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) in sediments in the Langat Estary. *Coastal Marine Science,* 30 (1):387-395.

