

Pengukuran Kandungan Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) di Pesisir Perairan Celukanbawang, Bali

Putra Pratama ^{a*}, Ima Yudha Perwira ^a, Alfi Hermawati Waskita Sari ^a

^a Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung, Bali-Indonesia

* Penulis koresponden. Tel.: +6281310010075
Alamat e-mail: ppratama642@gmail.com

Diterima (received) 1 Februari 2021; disetujui (accepted) 13 Agustus 2021; tersedia secara online (available online) 10 Februari 2024

Abstract

This study aims to determine the content of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in seawater in Celukanbawang waters, Bali. Industrial activities that take place in Celukanbawang waters can affect the quality of the water and marine life around it, and can even have an impact on the environmental pollution of the waters. Data collection was carried out in February-March 2020. The method used in this research is descriptive method, with the seawater sampling method carried out randomly (random sampling) with the number of stations studied as many as 6 stations with a distance of 100 meters from the shoreline. This study also measured DO levels, temperature, pH, and salinity which were carried out directly at the research location and at the Fisheries Science Laboratory, Faculty of Marine Affairs and Fisheries, Udayana University. The results showed that the average value of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) from the six stations was 0.021 (mg / L). This shows that the levels of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Celukanbawang waters have exceeded the quality standard threshold in accordance with the Regulation of the Governor of Bali No. 16/2016.

Keywords: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH); Celukanbawang; content

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) pada air laut di perairan Celukanbawang, Bali. Kegiatan industrial yang berlangsung di perairan Celukanbawang dapat mempengaruhi kualitas air maupun biota laut yang terdapat disekitarnya, bahkan bisa berdampak tercemarnya lingkungan diperaian tersebut. Pengambilan data dilakukan pada bulan Februari-Maret 2020. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif, dengan metode pengambilan sampel air laut dilakukan secara acak (random sampling) dengan jumlah stasiun yang diteliti sebanyak 6 stasiun dengan jarak 100 meter dari bibir pantai. Penelitian ini juga mengukur kadar DO, Suhu, pH, dan Salinitas yang dilakukan langsung di lokasi penelitian dan di Laboratorium Ilmu Perikanan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata kandungan Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) dari keenam stasiun yaitu sebesar 0,021 (mg/L). Hal ini menunjukkan kadar Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) di perairan Celukanbawang sudah melebihi ambang batas baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 16 Tahun 2016.

Kata Kunci: Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH); Celukanbawang; kandungan

1. Pendahuluan

Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) adalah senyawa pencemar organik yang bersifat persisten, toksik, dan karsinogenik dengan berbagai variasi bentuk struktur, jenis dan toksisitasnya (Abdel-Shafy dan Mansour, 2015).

Secara umum, PAH di perairan laut dapat berasal dari dua sumber. Sumber yang pertama adalah sumber alami yang dihasilkan dari adanya kebakaran hutan dan padang rumput, rembesan minyak bumi, gunung berapi, tumbuhan berklorofil, jamur dan bakteri (Patel et al., 2020). Sedangkan sumber yang kedua adalah berasal dari

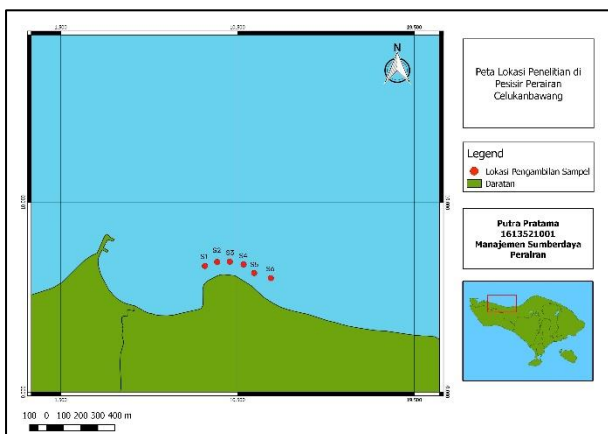
kegiatan antropogenik, diantaranya: minyak bumi, pembangkit listrik, insenerasi, pemanas rumah, batu bara, karbon hitam, aspal dan mesin-mesin pembakaran (Rinawati dan Takada, 2017).

Perairan pesisir Celukanbawang merupakan salah satu wilayah pesisir yang dimanfaatkan untuk beberapa jenis kegiatan antropogenik. Celukanbawang mengalami pengembangan untuk berbagai macam kepentingan dan peruntukan seperti kegiatan perkapalan, wisata bahari, pengembangan budidaya laut dan perikanan (Razaq dan Christiawan, 2019). Desa Celukanbawang juga merupakan kawasan pelabuhan yang cukup ramai dikunjungi oleh kapal-kapal besar. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini untuk mengamati jenis-jenis dan kandungan PAH yang dominan berada di kawasan perairan Celukanbawang Bali untuk memastikan bahwa tidak ada dampak yang negatif terhadap biota maupun lingkungan perairan tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel adalah diperairan laut Celukanbawang, Provinsi Bali (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Februari-Maret 2020.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu labu destilasi, statif, klem, kondensor, termometer, heating mantle, erlenmeyer, pipet tetes, batu didih, fiber PDMS 100 μm , GC Varian CP-3800, MS

Varian Saturn 2200, kolom VF 1-mS 30 M \times 0,25 MM, vial, Vandorn water sampler, buku kerja, pH meter, refraktometer, turbidity, coolbox, botol sampel, dan botol Winkler. Bahan yang digunakan yaitu PAH standar (fenantrena, antrasena, chrysen, pyrena, benz[a]antrasena, fluorantena, benz[a]pyrena, perylena), heksana, metanol, aseton, isooktana, es batu, larutan MnSO_4 , Alkali Iodida Azida, Asam Sulfat, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, KMnO_4 , larutan Natrium Oksalat, dan Sampel air.

2.3 Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ditentukan dengan menggunakan metode deskriptif, dengan metode pengambilan sampel air laut dilakukan secara acak (*random sampling*) (Silalahi, 2003). Sampel penelitian ditentukan sebanyak 6 stasiun (S1, S2, S3, S4, S5, S6) yang ada di perairan Celukanbawang.

2.4 Pengambilan Sampel Air Laut

Sampel diambil dari 6 stasiun (S1, S2, S3, S4, S5, S6) yang ada di perairan Celukanbawang. Titik lokasi pengambilan sampel air laut dilakukan sejauh 100 m dari bibir pantai area tambak ke arah laut. Sampel air laut diambil dari kolom permukaan perairan di setiap stasiun dengan 1 kali pengambilan untuk sampel PAH dan 3 kali pengulangan untuk sampel kualitas air.

2.5 Uji parameter Kualitas Air Laut

Parameter kualitas air laut yang akan diuji adalah polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH), DO, Suhu, pH, dan salinitas. Pengujian kandungna PAH pada air laut dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang. Untuk proses analisa kualitas air (DO) dilakukan di Laboratorium Ilmu Perikanan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana. Sedangkan suhu, pH, salinitas, dilakukan di lokasi penelitian secara in situ.

2.5.1 Pengukuran Dissolved Oxygen (DO)

Pengukuran sampel DO dilakukan secara ex-situ. Kadar DO di dalam sampel air laut diukur berdasarkan metode cara uji oksigen terlarut secara iodometri (modifikasi azida) (SNI 06-6989.14-2004). Pertama-tama, sampel dimasukkan ke dalam botol Winkler. Lalu, larutan MnSO_4 (1

ml), Alkali Iodida Azida (1 ml), dan Asam Sulfat (1 ml) dimasukkan juga ke dalam botol Winkler sampai terisi penuh. Setelah itu, larutan di dalam botol Winkler diendapkan selama lima sampai sepuluh menit. Selanjutnya, larutan diambil sebanyak 50 ml, dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian, larutan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dari warna biru sampai bening. Lalu, hasil titrasi dicatat, dan dilanjutkan dengan perhitungan rumus.

$$\text{DO} = \frac{Vt \times N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 8000}{V_s} \quad (1)$$

dimana DO adalah Dissolved Oxygen (mg/L); V_t adalah volume titrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mg/L); V_s adalah volume sampel titrasi; 8000 adalah faktor oksigen dalam 8 mg/meq.

2.5.2 Pengukuran Suhu

Suhu perairan diukur dengan menggunakan alat termometer dimana dalam pengukurannya dilakukan secara in-situ. Termometer dicelupkan di dalam air laut, setelah itu diamati nilai skalanya.

2.5.3 Pengukuran pH

Nilai pH air diukur dengan menggunakan alat pH meter dimana dalam pengukurannya dilakukan secara in-situ. Tahap pertama, pH meter dicelupkan pada permukaan air laut setelah itu dilihat skala nilai pH pada alat.

2.5.4 Pengukuran Salinitas

Salinitas diukur menggunakan refraktometer dimana dalam pengukurannya dilakukan secara in-situ. Tahap pertama, sampel air diteteskan diatas chamber pada refraktometer. Setelah itu refraktometer diarahkan ke sumber cahaya. Lalu dilihat hasil angka yang ditunjukkan pada refraktometer.

2.6 Proses Analisis PAH

Proses pemisahan dan penentuan kromatografi gas pada penelitian ini merujuk pada metode

penentuan PAH yang dilakukan oleh Ghiasvand dan Yazdankhah (2017). Proses ini dilakukan dengan menggunakan alat GC-2010 AF (Shimadzu, Jepang) yang dilengkapi dengan Split/Splitless Injector (SPL-2010 Plus) dan Flame Ionization Detector (FID 2010 Plus). Proses pemisahan dan penentuan PAH, temperature FID diatur dengan suhu awal 80°C selama 1 menit. Setelah itu, temperatur dinaikkan menjadi 180°C dengan laju kenaikan suhu sebesar $10^\circ\text{C}/\text{menit}$ (dalam waktu 2 menit). Kemudian pada tahap akhir, temperatur dinaikkan menjadi 320°C dengan laju kenaikan sebesar $5^\circ\text{C}/\text{menit}$ (selama 10 menit). Proses injeksi dilakukan pada suhu 250°C , sedangkan proses deteksinya dilakukan pada suhu 350°C . Proses ini dilakukan pada Mode Split. Sebagai carrier gas digunakan gas nitrogen dengan kecepatan 1 ml/menit. Adapun kecepatan alir udara, gas FID, dan gas make up diatur pada kecepatan masing-masing sebesar: 45 ml/menit, 450 ml/menit, dan 0,45 ml/menit. Untuk mendapatkan Retention Time (RT) dan kurva kalibrasi standar, maka beberapa larutan standar PAH disiapkan terlebih dahulu dengan beberapa konsentrasi yang berbeda. Larutan standar dan masing-masing sampel air kemudian diinjeksikan ke dalam FID dengan Mode Split. Berdasarkan pengujian, berhasil didapatkan hasil kalibrasi yang baik ($R^2 > 0,99$).

2.8 Analisis data

Proses analisa data dilakukan dengan cara membandingkan antara nilai dari masing-masing parameter kualitas air yang ada di pesisir perairan Celukanbawang dengan baku mutu kualitas air untuk biota laut sesuai dengan Peraturan Gubernur No 16 Tahun 2016 dengan demikian akan diperoleh hasil berupa kesesuaian dengan baku mutu tersebut. Seluruh data akan ditampilkan dalam tabel.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

3.1.1 Kelimpahan Jenis PAH pada Air Laut di Perairan Celukanbawang

Jenis PAH yang ditemukan pada ke 6 stasiun di perairan Celukanbawang berjumlah 18 jenis (Tabel 1). Hasil penelitian menunjukkan jenis PAH yang ada dalam air, dimana pada urutan tertinggi di awali oleh jenis Naphthalene sebesar 0,005456 mg/L hingga jenis kandungan yang terendah yaitu jenis Benzo[b]fluoranthene sebesar 0,00002 mg/L.

Tabel 1
Kelimpahan Jenis PAH

No	Jenis PAH	Rata-rata Kandungan dalam Air (mg/L)
1	Naphthalene	0,00546
2	Acenaphthene	0,00355
3	2-methylnaphthalene	0,00232
4	1-methylnaphthalene	0,00206
5	Benzo[ghi]perylene	0,00206
6	Acenaphthylene	0,00128
7	Benzo[a]anthracene	0,00099
8	Chrysene	0,00072
9	Fluoranthene	0,00061
10	Dibenzo[ah]anthracene	0,00057
11	Pyrene	0,00043
12	Benzo[a]pyrene	0,00038
13	Anthracene	0,00025
14	Phenanthrene	0,00017
15	Fluorene	0,00016
16	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0,00005
17	Benzo[k]fluoranthene	0,00003
18	Benzo[b]fluoranthene	0,00002

3.1.2 Kandungan PAH Total di Perairan Celukanbawang

Dilihat dari kandungan total PAH di perairan Celukanbawang, diketahui bahwa pada stasiun 1 sebesar 0,03675 mg/L, pada stasiun 2 sebesar 0,02475 mg/L, pada stasiun 3 sebesar 0,01659 mg/L, pada stasiun 4 sebesar 0,01109 mg/L, pada stasiun 5 sebesar 0,02632 mg/L, dan pada stasiun 6 sebesar 0,00961 mg/L (Tabel 2). Pada keseluruhan stasiun kandungan total PAH, bahwa pada stasiun 1 memiliki jumlah kandungan total PAH tertinggi. Nilai PAH pada stasiun 1 tersebut terlihat sudah melebihi ambang batas baku mutu pada baku mutu air laut untuk biota laut dan baku mutu air laut untuk wisata bahari, sedangkan untuk baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan belum melampaui ambang batas yang telah ditentukan.

3.1.3 Kualitas Air di Perairan Celukanbawang

Hasil rata-rata pengukuran kualitas air laut dari ke 6 stasiun dapat dilihat pada Tabel 3. Pengukuran kualitas air merupakan hasil rata-rata dan standar deviasi dari 3 kali pengulangan pada setiap stasiun. Rata-rata suhu perairan yaitu 32,4°C, rata-rata salinitas di perairan yaitu 29,1 ppt, rata-rata pH perairan sebesar 7,6, dan rata-rata DO di perairan sebesar 5,6 ml/L.

Tabel 3
Kualitas air di Perairan Celukanbawang

Lokasi	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH	DO (mg/L)
Stasiun I	32,8	28,3	7,6	5,2
Stasiun II	32,8	29,3	7,7	5,4
Stasiun III	31,9	29,6	7,6	5,5
Stasiun IV	32,5	28,6	7,5	5,6
Stasiun V	32,2	28,6	7,6	5,6
Stasiun VI	32,2	30,0	7,6	5,8
Rata-rata	32,4	29,1	7,6	5,6

3.2 Pembahasan

3.2.1 Status Kandungan Total PAH pada Air Laut di Perairan Celukanbawang

Status kandungan total PAH (Polisiklik Aromatik Hidrokarbon) pada air laut di perairan Celukanbawang diketahui bahwa, kandungan total PAH pada ke 6 stasiun sudah melampaui ambang batas baku mutu, dengan nilai rata - rata dari keenam stasiun sebesar 0,021 (mg/L). Sedangkan mengacu pada Pergub Bali Nomor 16 Tahun 2016, nilai baku mutu air laut untuk biota laut yang sesuai yaitu sebesar 0,003 (mg/L). Dimana sumber utama PAH di perairan Celukanbawang diduga berasal dari limbah

Tabel 2
Kandungan PAH Total di Perairan Celukanbawang

Stasiun	Total PAH (mg/L)	Baku Mutu		
		Wisata Bahari	Pelabuhan	Biota Laut
I	0.03675	0.003	1,000	0.003
II	0.02475	0.003	1,000	0.003
III	0.01659	0.003	1,000	0.003
IV	0.01109	0.003	1,000	0.003
V	0.02632	0.003	1,000	0.003
VI	0.00961	0.003	1,000	0.003
Rata-rata	0,021	0.003	1,000	0.003

industri yang berada di sekitar perairan Celukanbawang, serta masukan limbah dari hasil pembakaran mesin kapal – kapal, maupun tumpahan batu bara yang di bawa oleh kapal – kapal di sekitar perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat dari (Abdel-Shafy dan Mansour, 2015) menyatakan bahwa Sumber yang pertama adalah sumber alami yang dihasilkan dari adanya kebakaran hutan dan padang rumput, rembesan minyak bumi, gunung berapi, tumbuhan yang berklorofil, jamur dan bakteri. Sedangkan sumber yang kedua adalah berasal dari kegiatan antropogenik, diantaranya: minyak bumi, pembangkit tenaga listrik, insenerasi, pemanas rumah, batu bara, karbon hitam, aspal dan mesin-mesin pembakaran. Berdasarkan hal ini secara kualitatif maka sumber PAH di perairan Celukanbawang berasal dari dua sumber, baik sumber petrogenik mau pun pirogenik.

3.2.2 Kondisi Kualitas Air Laut di Perairan Celukanbawang

Kondisi kualitas air laut di perairan Celukanbawang masih dalam keadaan sesuai dan tidak melebihi ambang batasnya, sesuai dari Peraturan Gubernur Bali No 16 tahun 2016. Untuk Suhu perairan Celukanbawang berkisar 31,9 – 32,8 °C, hal ini masih sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 16 tahun 2016 yakni berkisar 28-32 °C. Salinitas di perairan Celukan bawang 28,3-30 ppt, hal ini juga masih sesuai ambang batas baku mutunya yakni sebesar 30,1 ppt. Untuk DO di perairan Celukanbawang berkisar 5,2-5,8 mg/L. Nilai tersebut masih sesuai dengan nilai baku mutu Peraturan Gubernur Bali No 16 tahun 2016 yakni >5 mg/L. Menurut Jawan dan Sumin (2012), konsentrasi oksigen <5 mg/L dapat mempengaruhi fungsi dan kehidupan komunitas biologis di perairan. Selain itu, kondisi DO (Dissolved Oxygen) yang rendah juga bisa berakibat pada kematian dan pertumbuhan dari ikan, kisaran DO 0,3-1,0 mg/L, akan menyebabkan kematian pada ikan apabila berlangsung lama, sedangkan kisaran DO 1,0- 5,0 mg/L, akan membuat pertumbuhan ikan menjadi lambat (Mallya, 2007). Nilai pH di perairan Celukanbawang, menunjukkan bahwa pH di perairan tersebut, tidak melebihi ambang batas baku mutu untuk biota laut dalam Peraturan Gubernur Bali No 16 tahun 2016, sebesar 7-8,5 dengan nilai hasil penelitian berkisar pH 7,5-7,7. Dimana jika tingkat pH lebih kecil dari 4,8 dan

lebih besar dari 9,2 sudah dapat dianggap tercemar.

4. Simpulan

Kandungan total PAH di perairan Celukanbawang dengan nilai rata - rata dari keenam stasiun sebesar 0,021 (mg/L). Hal ini sudah melampaui ambang batas baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 16 Tahun 2016, nilai baku mutu air laut untuk biota laut yang sesuai yaitu sebesar 0,003 (mg/L).

5. Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengamatan kandungan PAH melalui sedimen serta pengamatan melalui biota laut yang terdapat di perairan Celukanbawang, hal ini untuk memastikan apakah perairan tersebut sudah berdampak pada sedimen ataupun biota laut di perairan Celukanbawang tersebut.

Ucapan terimakasih

Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang sebagai tempat untuk menguji atau menganalisis sampel PAH.

Daftar Pustaka

- Abdel-Shafy, H.I., Al-Sulaiman, A.M., & Mansour, M.S.M (2015). Anaerobic/aerobic treatment of greywater via UASB and MBR for unrestricted reuse. *Water Science and Technology*, **71**(4), 630-637.
- Abdel-Shafy, H.I., & Mansour, M.S.M., (2015). A Review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egyptian Journal of Petroleum*, **25**(1), 107-123.
- Ghiasvand, A.R., & Yazdankhah, F. (2017). Single-step reinforced microextraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from soil samples using an inside needle capillary adsorption trap with electropolymerized aniline/multi-walled carbon nanotube sorbent. *Journal of Chromatography A*, **1487**, 47-53.
- Jawan, A., & Sumin, V. (2012). The effect of land used on the water quality of oxbow lakes in Sabah. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, **16**(3), 273-276.
- Mallya, Y.J. (2007). *The Effects of Dissolved Oxygen on Fish Growth in Aquaculture*. Sculagata, Iceland: Fisheries Training Programme.

- Patel, A., Shaikh, S., Jain, K., Desai, C., & Madamvar, D. (2020). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Sources, Toxicity, and Remediation Approaches. *Frontiers in Microbiology*, **11**, 562813.
- Pemprov Bali. (2016). *Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup Dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup*. Lembaran Daerah Provinsi Bali Tahun 2016. Bali, Indonesia: Pemerintah Provinsi Bali.
- Razaq, A., & Christiawan, P.I. (2019). Analisis Faktor Aglomerasi Industri Manufaktur di Desa Celukanbawang Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, **7**(1), 8-17.
- Rinawati., & Takada, H. (2017). Distribution and Source of Sedimentary Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) in River Sediment of Jakarta. *Indonesian Journal of Chemistry*, **17**(3), 394 – 400.