

MEI 2026 / BIL. 15 / 2026

# EON

*Epitome of Nature*

**BIODIVERSITI LESTARI, MASA DEPAN GENERASI**



MAJALAH PP BIOLOGI  
UITMCS

ISSN 2773-5869



# DARI HULU KE HILIR: DINAMIK KUALITI AIR, LOGAM BERAT DAN KESIHATAN EKOSISTEM SUNGAI CEKA

Normaisarah Abd Rashid<sup>1</sup>, Fazrul Razman Sulaiman<sup>1</sup>, Muhammad Daniel Hasmin<sup>1</sup>, Nor Izz Farah Sabrina Noor Azlan<sup>1</sup>, Farah Ayuni Farinordin<sup>1</sup>, Nor Bazilah Razali<sup>2</sup>, Nor Azliza Ismail<sup>1</sup>, Nur Amalina Mohd Izam<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Cawangan Pahang, Kampus Jengka, 26400 Bandar Tun Abdul Razak Jengka, Pahang, Malaysia.

<sup>2</sup>Fakulti Sains Bumi, Universiti Malaysia Kelantan, Kampus Jeli, 17600 Jeli Kelantan, Malaysia

[amalinanurizam@uitm.edu.my](mailto:amalinanurizam@uitm.edu.my)

EDITOR: DR. ILYANIE BINTI HJ. YAACOB

Biodiversiti akuatik merupakan asas kepada keseimbangan ekosistem sungai dan kesejahteraan manusia, namun ia semakin terancam akibat perubahan guna tanah, aktiviti manusia, dan gangguan terhadap sistem semula jadi sungai. Sungai Ceka di Jerantut, Pahang merupakan contoh sistem sungai tropika yang mencerminkan hubungan kompleks antara proses semula jadi dan tekanan antropogenik, di mana perubahan kualiti air memberi kesan langsung kepada kestabilan ekologi dan kelestarian biodiversiti (Feisal et al., 2023).

Kajian menilai variasi spatial kualiti air dan kepekatan logam berat sepanjang Sungai Ceka dengan membandingkan kawasan hulu, telah dijalankan melalui dua tempoh persampelan. Parameter fizikokimia seperti pH, suhu, oksigen terlarut, kekonduksian elektrik, jumlah



Gambar 1: Kawasan hulu Sungai Ceka yang berfungsi sebagai sumber utama aliran sungai dan penentu awal kualiti air (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

pepejal terlarut, kemasinan, rintangan elektrik, potensi pengoksidaan-penurunan, dan kadar aliran air telah digabungkan dengan analisis logam berat terpilih termasuk aluminium, kalsium, kuprum, besi, magnesium dan mangan untuk memahami corak perubahan persekitaran sungai secara menyeluruh (Dodds & Maasri, 2022; Rezapour et al., 2022).

Hasil kajian menunjukkan bahawa bahagian hulu dan tengah sungai mencatatkan kepekatan besi dan mangan yang lebih tinggi berbanding bahagian hilir, menandakan berlakunya pengayaan logam secara setempat. Keadaan ini berkemungkinan besar dipengaruhi oleh ciri geologi semula jadi kawasan tadahan serta gangguan terhadap tanah dan permukaan bumi akibat aktiviti manusia seperti pembukaan kawasan, pertanian dan hakisan tanah (Cadmus et al., 2018; Ibrahim et al., 2023).

Di kawasan ini, kadar aliran air yang lebih perlahan dan kapasiti pencairan yang terhad menyebabkan logam lebih mudah terkumpul dalam lajur air, sekaligus meningkatkan tekanan terhadap organisma akuatik yang sensitif. Sebaliknya, bahagian hilir Sungai Ceka menunjukkan kualiti air yang lebih baik dengan kepekatan logam yang lebih rendah, suatu keadaan yang dikaitkan dengan proses



Gambar 2: Kawasan hilir Sungai Ceka dengan kualiti air yang lebih stabil hasil proses pencairan dan pencampuran semulajadi (Sumber: Koleksi peribadi penulis)

pencairan, pencampuran air, dan pemendapan semula jadi sepanjang aliran sungai (Yang et al., 2020).

Corak ini selari dengan konsep kesinambungan sungai yang menerangkan bagaimana ciri fizikal dan kimia sungai berubah secara berperingkat dari hulu ke hilir dan mempengaruhi struktur ekologi sepanjang aliran sungai (Doretto et al., 2020).

Analisis korelasi mendedahkan hubungan yang kuat antara kekonduksian elektrik dan beberapa logam berat, menunjukkan bahawa peningkatan kandungan ion terlarut berkait rapat dengan peningkatan kepekatan logam dalam sistem sungai. Hubungan ini menegaskan bahawa kekonduksian elektrik boleh bertindak sebagai penunjuk tidak langsung kepada pengayaan logam dan

tekanan kualiti air (Liew et al., 2020). Selain itu, hubungan negatif antara potensi pengoksidaan-penurunan dengan logam seperti besi dan mangan menunjukkan bahawa keadaan redoks memainkan peranan penting dalam mengawal kebolehmobilitan logam, terutamanya di kawasan yang menerima input bahan organik dan mengalami kekurangan oksigen (Dong et al., 2020). Penemuan ini diperkukuh melalui Analisis Komponen Utama yang mengenal pasti faktor dominan seperti pengayaan ionik, keadaan hidrologi dan proses redoks sebagai pemacu utama variasi spatial kualiti air Sungai Ceka (Yang et al., 2020).

Perbandingan dengan Piawai Kualiti Air Kebangsaan Malaysia menunjukkan bahawa bahagian hulu dan tengah Sungai Ceka diklasifikasikan sebagai Kelas III, manakala bahagian hilir tergolong dalam Kelas II. Klasifikasi ini membawa implikasi penting terhadap kegunaan air dan kesihatan ekosistem, di mana air Kelas III memerlukan rawatan intensif untuk kegunaan domestik tetapi masih sesuai untuk pengairan dan spesies akuatik yang toleran, manakala air Kelas II menyokong perikanan, rekreasi dan bekalan air selepas rawatan konvensional (DOE, 2019). Keadaan ini mencerminkan bahawa walaupun sebahagian

sistem sungai masih berada dalam tahap yang boleh diterima, tekanan berterusan di kawasan hulu dan tengah berpotensi menjejaskan fungsi ekologi jangka panjang jika tidak diuruskan dengan berkesan (Yang et al., 2023).

Dari perspektif biodiversiti, peningkatan logam berat dan perubahan parameter fizikokimia boleh memberi kesan negatif terhadap komuniti makroinvertebrat benthik dan ikan, yang sering digunakan sebagai penunjuk biologi kepada kesihatan sungai.

Organisma ini sensitif terhadap perubahan kualiti air dan bertindak balas secara langsung terhadap pencemaran, kehilangan habitat dan tekanan hidrologi (Herbst et al., 2018).

**Dari perspektif biodiversiti, peningkatan logam berat dan perubahan parameter fizikokimia boleh memberi kesan negatif terhadap komuniti makroinvertebrat benthik dan ikan, yang sering digunakan sebagai penunjuk biologi kepada kesihatan sungai.**

Gangguan terhadap komuniti biologi bukan sahaja menjejaskan rantai makanan akuatik, malah mengurangkan keupayaan ekosistem untuk menyediakan perkhidmatan ekosistem penting seperti penapisan semula jadi, kitaran nutrien dan sokongan kepada sumber perikanan (Castaldo et al., 2021).

Secara keseluruhannya, kajian Sungai Ceka menegaskan bahawa kelestarian biodiversiti sungai tidak boleh dipisahkan daripada pengurusan kualiti air dan tadahan sungai secara menyeluruh.

Interaksi antara proses semula jadi dan aktiviti manusia membentuk corak kualiti air yang kompleks, yang seterusnya menentukan tahap kesihatan ekologi dan daya tahan ekosistem sungai.

Oleh itu, pendekatan pengurusan bersepadu yang merangkumi kawalan hakisan, perlindungan zon riparian, pemantauan berterusan dan penglibatan komuniti setempat adalah penting bagi memastikan Sungai Ceka dan sistem sungai lain terus menyokong biodiversiti lestari demi masa depan generasi akan datang.

#### Rujukan

