

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teluk Jakarta merupakan wilayah perairan yang terpapar berbagai limbah dari aktivitas domestik, industri, dan pertanian yang terbawa oleh aliran dari 13 daerah aliran sungai (DAS) di wilayah Jabodetabek (Dsikowitzky et al., 2020). Limbah yang masuk ke perairan tersebut kerap mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) yang berdampak buruk pada biota laut seperti kerang hijau (Lestari dan Edward, 2004). Limbah B3 yang terakumulasi pada kerang hijau dapat menyebabkan kerusakan pada materi genetiknya (Sarker dan Sarkar, 2015). Kerusakan tersebut dapat berupa terbentuknya ikatan kovalen antara polutan dengan basa DNA (adduksi DNA), putusnya rantai DNA (*DNA strand breaks*), mutasi, aberasi kromosom, hingga pembentukan mikronukleus dan abnormalitas inti lainnya (Varotto et al., 2013; Bhargavan, 2008).

Mikronukleus merupakan *biomarker* genotoksisitas yang terbentuk akibat paparan agen genotoksik, yaitu agen yang dapat merusak materi genetik. Mikronukleus berasal dari patahan kromosom yang gagal terintegrasi ke dalam inti saat pembelahan, sehingga membentuk inti kecil (mikronukleus) di dalam sitoplasma (Fenech, 2000). Frekuensi mikronukleus pada kerang hijau bervariasi di berbagai lokasi, yakni berkisar 0-4‰ di perairan minim tercemar seperti Karwar, India, sedangkan di perairan tercemar seperti Calicut, India berkisar 6-14‰ (Krishnakumar et al., 2006), dan di lokasi lain seperti Tap Mun, Hong Kong berkisar 12-18‰ (Siu et al., 2008). Kehadiran mikronukleus dapat menandakan penurunan fagositosis hemosit, peningkatan apoptosis, dan kerentanan terhadap patogen (Gómez-Mendikute dan Cajaraville, 2003; Siu et al., 2004). Variasi frekuensi mikronukleus pada kerang hijau berkaitan dengan konsentrasi polutan di lokasi tersebut, seperti logam berat (Cu, Pb, Cd, Cr, Mn, Fe, dan Zn), senyawa organik beracun (hidrokarbon aromatik polisiklik atau PAHs), serta polimer dan aditif plastik (Krishnakumar et al., 2006; Siu et al., 2008; Avio et al., 2015).

Berdasarkan laporan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) DKI Jakarta (2023), pencemaran di perairan Teluk Jakarta kian meningkat. Terbukti bahwa terjadi

peningkatan kadar BOD dari 6,5 mg/L (2020) menjadi 9,5 mg/L (2023), dan COD dari 2 mg/L (2020) menjadi 36 mg/L (2023). Peningkatan juga terjadi pada konsentrasi logam berat yang melebihi batas berdasarkan Kepmen LH No.51/2004, seperti pada Cu (dari 0,005 mg/L menjadi 0,010 mg/L, batas 0,008 mg/L), Pb (dari 0,070 mg/L menjadi 0,120 mg/L, batas 0,008 mg/L), dan Cd (dari 0,002 mg/L menjadi 0,005 mg/L, batas 0,001 mg/L). Logam berat juga terdeteksi pada daging kerang hijau di Teluk Jakarta, seperti Hg (1,7-12,0 µg/g), Pb (920,0-1485,0 µg/g), dan Cd (240,0-743,0 µg/g) (Putri et al., 2022). Menurut Zhang et al. (2017), logam berat seperti Cu, Cd, dan Pb menyebabkan pembentukan mikronukleus pada hemosit kerang dengan frekuensi 9,5-26%, tergantung jenis dan konsentrasi logam.

Mikroplastik juga terdeteksi di perairan Teluk Jakarta dengan konsentrasi 9.729-89.164 partikel/m³ (Purwiyanto, 2023). Hal tersebut diperkuat dengan analisis FTIR yang menunjukkan adanya 12 jenis polimer mikroplastik dalam jaringan kerang (Irnidayanti et al., 2023). Mikroplastik jenis polietilena (PE) dan polistirena (PS) dapat mengadsorpsi senyawa PAHs seperti pirena dan mengangkutnya ke hemolimfa, sehingga memicu pembentukan mikronukleus pada hemosit kerang (Avio et al., 2015). Polimer tersebut mengandung aditif sebagai penguat sifat fisik, kimia, dan fungsional yang dapat terlepas ke lingkungan. Aditif yang umum terdeteksi di perairan Teluk Jakarta adalah bisphenol A (BPA) dan ftalat yang bersifat toksik (Irianto dan Dwiyoitno, 2019). Salah satu turunannya, bisphenol E (BPE) terbukti meningkatkan frekuensi mikronukleus pada hemosit kerang dari 0,5% menjadi 26,1% setelah 72 jam paparan 1.000 ng/L (Nalbantlar dan Çakal Arslan, 2024).

Kerang hijau (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) dikenal sebagai organisme *filter feeder* yang mampu menyaring partikel termasuk polutan dari air ke dalam tubuhnya melalui insang, yang dapat diangkut oleh hemolimfa (Saleh et al., 2021). Polutan tersebut dapat terakumulasi dalam hemosit dan menyebabkan kerusakan materi genetik, salah satunya fragmentasi kromosom yang dimanifestasikan dalam bentuk mikronukleus (Rocher et al., 2006; Impellitteri et al., 2022). Efek lanjutnya dapat menurunkan laju pertumbuhan, menurunkan kualitas daging, dan menjadikan kerang tidak layak dikonsumsi (Filothodoros, 2023).

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendeteksi respons genotoksisitas adalah uji mikronukleus. Selain itu, terdapat pula metode lain seperti *comet assay*, ekspresi γ -H2AX, dan deteksi protein p53 yang juga digunakan untuk mendeteksi kerusakan genetik. Uji mikronukleus memiliki keunggulan sebagai *biomarker* genotoksisitas karena prosedurnya sederhana, sensitif, serta mampu mendeteksi kerusakan genetik awal tanpa memerlukan teknik molekuler yang kompleks, sehingga lebih efisien dari segi biaya (Hayashi, 2016).

Penelitian terkait respons genotoksisitas pada biota laut, khususnya kerang hijau di perairan Indonesia belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian komprehensif untuk mengevaluasi respons genotoksisitas pada hemosit kerang hijau sebagai bioindikator awal terjadinya kerusakan genetik. Data tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi kerusakan genetik pada biota laut, menilai kondisi kesehatan biota, serta mendeteksi pencemaran lingkungan yang tidak tampak secara langsung.

B. Rumusan Masalah

Dengan mempertimbangkan latar belakang di atas, penelitian ini mengarah pada rumusan masalah berikut:

1. Bagaimanakah morfologi hemosit pada kerang hijau dari Teluk Jakarta?
2. Apakah terdapat perbedaan frekuensi mikronukleus dan abnormalitas inti hemosit pada kerang hijau di berbagai lokasi Teluk Jakarta?
3. Apakah terdapat hubungan antara parameter morfometrik (panjang cangkang, lebar cangkang, dan berat tubuh) dengan frekuensi mikronukleus pada hemosit kerang hijau dari Teluk Jakarta?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjabaran rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan morfologi hemosit pada kerang hijau dari Teluk Jakarta.
2. Menganalisis perbedaan frekuensi mikronukleus dan abnormalitas inti hemosit pada kerang hijau di berbagai lokasi Teluk Jakarta.

3. Menganalisis hubungan antara parameter morfometrik (panjang cangkang, lebar cangkang, dan berat tubuh) dengan frekuensi mikronukleus pada hemosit kerang hijau dari Teluk Jakarta.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam mengkaji respons genotoksisitas pada hemolimfa kerang hijau melalui analisis pembentukan mikronukleus dan abnormalitas inti. Fokus pada *biomarker* tersebut diharapkan dapat memperkuat pemanfaatan kerang hijau sebagai organisme model dalam studi genotoksisitas.

