

Analisis Tingkat Kematangan Gonad dan Indeks Kematangan Gonad Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Banjar Kemuning, Sedati, Sidoarjo

Eryanti Dwi Hadi Safitri¹, Dwi Anggorowati Rahayu², Reni Ambarwati³

^{1,2,3} Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Surabaya, Indonesia

Email: ryantiidwii@gmail.com, dwirahayu@unesa.ac.id, reniambarwati@unesa.ac.id

ABSTRACT.

The high intensity of blood clam (*Anadara granosa*) harvesting at the mouth of the Banjar Kemuning estuary has the potential to disrupt population sustainability if not supported by adequate biological data. This study aims to analyze gonadal maturity stage (GMS), gonadal maturity index (GMI), and their relationship with aquatic environmental conditions. The study used a quantitative descriptive approach with sampling at three stations based on harvest intensity. The observed parameters included GMS, GMI, and water quality (temperature, salinity, pH, and dissolved oxygen). The results showed that most individuals were at GMS II (22 out of 46 individuals), indicating an early to mid gonadal development. GMI values increased along with higher GMS levels, ranging from 2.5–7.0% in males and 2.0–6.0% in females. Water quality parameters were within optimal ranges (temperature 29.8–30.9°C; salinity 33–34 ppt; pH 8.0–8.3; DO 6.58–6.97 mg/L), supporting gonadal development. However, the low proportion of individuals at GMS IV (4 individuals) suggests that fishing pressure is likely the main factor affecting the suboptimal reproductive condition of the population.

Keywords: *Anadara granosa*, gonadal maturity stage, gonadal maturity index, water quality

ABSTRAK

Tingginya intensitas penangkapan kerang darah (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Banjar Kemuning berpotensi mengganggu keberlanjutan populasi apabila tidak didukung data biologi yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kematangan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG), serta keterkaitannya dengan kondisi lingkungan perairan. Penelitian dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan pengambilan sampel pada tiga stasiun berdasarkan intensitas penangkapan. Parameter yang diamati meliputi TKG, IKG, serta kualitas air (suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar individu berada pada TKG II (22 dari 46 individu), yang menunjukkan fase perkembangan gonad awal hingga pertengahan. Nilai IKG meningkat seiring bertambahnya TKG, dengan kisaran 2,5–7,0% pada jantan dan 2,0–6,0% pada betina. Parameter kualitas air berada dalam kisaran optimal (suhu 29,8–30,9°C; salinitas 33–34 ppt; pH 8,0–8,3; DO 6,58–6,97 mg/L) yang mendukung perkembangan gonad. Namun, rendahnya proporsi individu pada TKG IV (4 individu) menunjukkan bahwa tekanan penangkapan diduga menjadi faktor utama yang memengaruhi belum optimalnya kondisi reproduksi populasi.

Kata Kunci: *Anadara granosa*, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, kualitas air

Cara sitasi: Safitri, E.D.H., Rahayu, D.A., Ambarwati, R. (2026). Analisis Tingkat Kematangan Gonad dan Indeks Kematangan Gonad Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Banjar Kemuning, Sedati, Sidoarjo *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*. 14 (1), 62-71. DOI: <http://dx.doi.org/10.25157/jpb.v14i1.23435>

PENDAHULUAN

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan moluska kelas *Bivalvia* yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat pesisir Indonesia. Selain sebagai sumber protein hewani, kerang darah juga berperan penting secara ekologis sebagai *filter feeder* yang membantu menjaga kualitas perairan serta menjadi bagian dari rantai makanan dalam ekosistem pesisir. Di Jawa Timur, khususnya di Muara Sungai Banjar Kemuning, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo, kerang darah menjadi komoditas utama yang menopang mata pencaharian nelayan setempat. Intensitas penangkapan yang tinggi dan berlangsung sepanjang tahun berpotensi menurunkan stok populasi apabila tidak diimbangi dengan pengelolaan berbasis data biologis yang memadai (Wulandari *et al.*, 2020).

Salah satu aspek penting dalam pengelolaan sumber daya kerang darah adalah kajian biologi reproduksi, terutama melalui pengukuran tingkat kematangan gonad (TKG) dan indeks kematangan gonad (IKG). TKG menggambarkan fase perkembangan gonad secara morfologis, sedangkan IKG menunjukkan proporsi bobot gonad terhadap bobot tubuh yang mencerminkan kesiapan individu untuk bereproduksi (Effendie, 2002; Riza *et al.*, 2024). Informasi mengenai perkembangan gonad sangat penting untuk menentukan waktu panen yang tepat sehingga tidak mengganggu proses pemijahan dan regenerasi alami populasi. Penangkapan individu yang belum matang gonad dapat menyebabkan menurunnya keberlanjutan populasi dalam jangka panjang.

Perkembangan penelitian menunjukkan bahwa kematangan gonad kerang darah sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan. Suwanjari *et al.* (2009) melaporkan bahwa suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut berperan signifikan terhadap proses gametogenesis, sementara Sari *et al.* (2019) menemukan bahwa fluktuasi kualitas air dapat menyebabkan stres fisiologis yang menghambat pematangan gonad, terutama pada individu betina. Lingkungan yang stabil cenderung mendukung pemijahan yang lebih optimal. Temuan-temuan ini menunjukkan adanya keterkaitan erat antara faktor lingkungan dan keberhasilan reproduksi kerang darah, namun sebagian besar penelitian masih bersifat umum dan belum banyak dilakukan pada skala lokal dengan karakteristik perairan yang spesifik.

Hingga saat ini, kajian mengenai TKG dan IKG kerang darah di Muara Sungai Banjar Kemuning masih sangat terbatas, padahal wilayah ini merupakan salah satu sentra penangkapan dengan tekanan eksploitasi yang tinggi. Keterbatasan data biologis lokal menjadi kendala dalam penetapan kebijakan pengelolaan yang tepat, seperti penentuan musim panen, ukuran tangkap minimum, dan upaya perlindungan habitat. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang secara khusus mengkaji kondisi reproduksi *Anadara granosa* di wilayah ini sebagai dasar pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penyediaan data spesifik lokasi mengenai pola kematangan gonad dan indeks kematangan gonad kerang darah yang dikaitkan dengan kondisi perairan Muara Sungai Banjar Kemuning, yang sebelumnya belum banyak dilaporkan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. menentukan tingkat kematangan gonad (TKG) kerang darah (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Banjar Kemuning;
2. menganalisis indeks kematangan gonad (IKG) sebagai indikator kesiapan reproduksi; dan
3. mengkaji keterkaitan antara kondisi lingkungan perairan dengan perkembangan gonad kerang darah.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang biologi perikanan, khususnya terkait reproduksi moluska bivalvia, serta menjadi dasar pertimbangan dalam pengelolaan perikanan kerang darah yang berkelanjutan. Selain itu, data yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh pemangku kepentingan dalam menyusun kebijakan panen yang ramah lingkungan dan mendukung kesejahteraan masyarakat pesisir.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan tingkat kematangan gonad dan indeks kematangan gonad kerang darah (*Anadara granosa*) serta kaitannya dengan kondisi lingkungan perairan. Penelitian dilaksanakan selama kurang lebih dua bulan di perairan Muara Sungai Banjar Kemuning, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan setempat terkait intensitas penangkapan kerang darah, sehingga diharapkan dapat mewakili kondisi populasi kerang darah pada wilayah dengan tekanan eksploitasi yang berbeda.

Sampel kerang darah dikumpulkan secara langsung di lapangan menggunakan metode pengambilan manual (*hand grab*) pada saat kondisi pasang. Kerang yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox* untuk menjaga kondisi sampel selama proses transportasi menuju tempat analisis. Seluruh sampel dianalisis pada hari yang sama setelah pengambilan. Setiap individu kerang diukur panjang dan lebar cangkangnya menggunakan jangka sorong, serta ditimbang untuk memperoleh berat total, berat daging, dan berat gonad menggunakan timbangan digital. Penentuan jenis kelamin dilakukan melalui pembedahan dengan mengamati warna gonad, yaitu gonad jantan berwarna putih susu dan gonad betina berwarna oranye kemerahan dengan tampak butir telur.

Tingkat kematangan gonad (TKG) ditentukan berdasarkan klasifikasi Afiati (2007) yang membagi perkembangan gonad menjadi empat tahap, yaitu TKG I (gonad belum berkembang), TKG II (gonad mulai berkembang), TKG III (gonad membesar), dan TKG IV (gonad matang dan siap bereproduksi). Indeks kematangan gonad (IKG) dihitung sebagai perbandingan antara berat gonad dan berat tubuh total yang dinyatakan dalam persentase menggunakan rumus dari Sastry (1979) yaitu:

$$IKG = \frac{B_g}{B_t} \times 100\%$$

Keterangan:

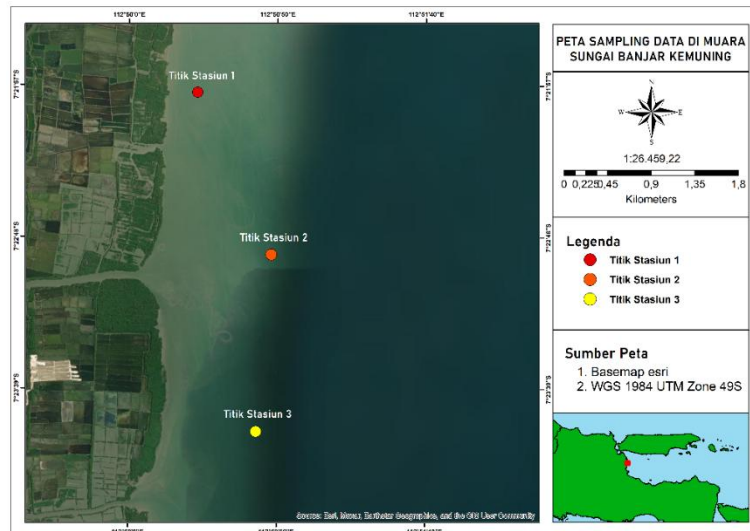
IKG = indeks kematangan gonad (%)

B_g = berat gonad (gram)

B_t = berat tubuh termasuk gonad (gram)

Pengukuran kualitas air dilakukan secara langsung di lapangan pada setiap stasiun pengamatan. Parameter yang diukur meliputi suhu dan oksigen terlarut (DO) menggunakan *DO meter*, salinitas menggunakan refraktometer, serta pH menggunakan *pH meter* (Arfan *et al.*, 2017). Selain itu, tipe substrat perairan diamati secara visual untuk memberikan gambaran karakteristik habitat kerang darah pada masing-masing lokasi penelitian. Data kualitas air digunakan sebagai data pendukung untuk menginterpretasikan kondisi lingkungan yang berpotensi memengaruhi perkembangan gonad kerang darah.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menyajikan distribusi TKG, nilai rata-rata IKG, rasio jenis kelamin, serta parameter morfometrik dalam bentuk tabel dan grafik. Hubungan antara kondisi kualitas air dan tingkat kematangan gonad dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan distribusi TKG dan nilai rata-rata IKG pada masing-masing stasiun terhadap parameter lingkungan yang diperoleh. Hasil analisis digunakan untuk menggambarkan kondisi reproduksi *Anadara granosa* di Muara Sungai Banjar Kemuning sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.



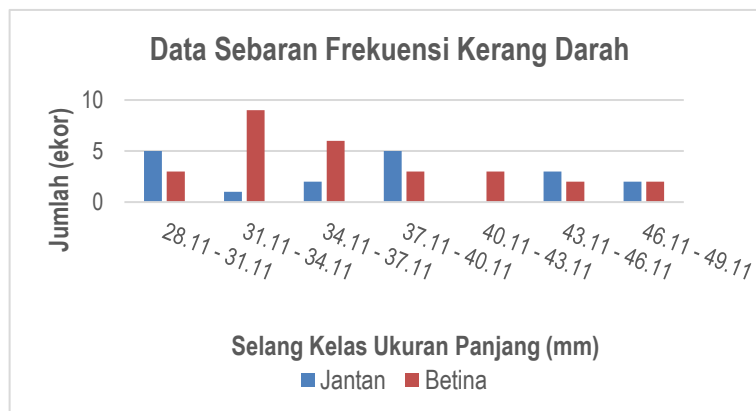
(Sumber: Data penelitian)

Gambar 1. Lokasi penelitian kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Muara Sungai Banjar Kemuning, Sedati, Sidoarjo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Ukuran Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Jumlah sampel kerang darah yang diperoleh selama penelitian sebanyak 46 individu yang terdiri atas 28 betina dan 18 jantan dengan kisaran panjang cangkang 28,11–49,14 mm. Distribusi ukuran tersebut menunjukkan bahwa populasi kerang darah di Muara Sungai Banjar Kemuning didominasi oleh individu berukuran kecil hingga sedang. Distribusi frekuensi panjang cangkang kerang darah jantan dan betina pada masing-masing kelas ukuran disajikan pada Gambar 2.



(Sumber: Data penelitian)

Gambar 2. Sebaran frekuensi kerang darah (*Anadara granosa*) jantan dan betina di Muara Sungai Banjar Kemuning.

Distribusi ukuran menunjukkan bahwa populasi kerang darah di Muara Sungai Banjar Kemuning didominasi oleh individu berukuran kecil hingga sedang. Hasil ini berbeda dengan temuan Suprpto *et al.* (2020) di Muara Sungai Ketingan, Sidoarjo, yang melaporkan dominasi kerang darah berukuran lebih besar dengan kondisi fisiologis yang lebih baik. Perbedaan struktur ukuran tersebut menunjukkan bahwa kondisi populasi kerang darah dapat dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan dan tingkat pemanfaatan di masing-masing lokasi.

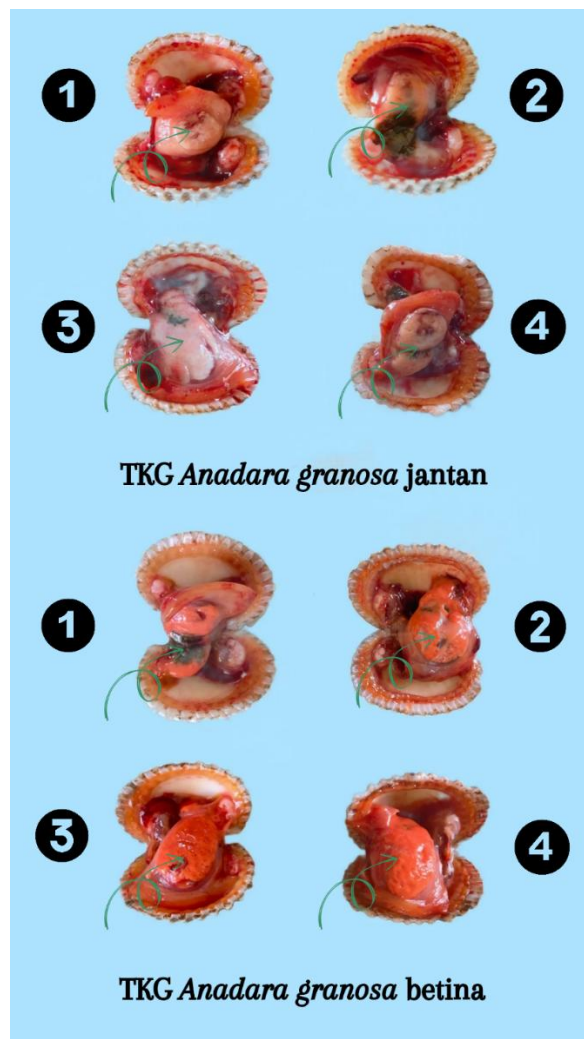
Ukuran kerang darah yang relatif kecil di Muara Sungai Banjar Kemuning diduga dipengaruhi oleh tingginya intensitas penangkapan, ketersediaan makanan, serta kondisi kualitas air yang

memengaruhi laju pertumbuhan (Rusli, 2021). Spesies yang sama dapat menunjukkan pola pertumbuhan yang berbeda pada lokasi yang berbeda akibat variasi suhu, musim, ketersediaan pakan, dan karakteristik kimia perairan (Kabangnga *et al.*, 2023). Selain itu, Fauziah *et al.* (2012) melaporkan bahwa individu berukuran besar cenderung mengakumulasi logam berat lebih tinggi, yang juga dapat memengaruhi distribusi ukuran populasi akibat tekanan lingkungan.

Kerang darah dengan ukuran lebih besar umumnya ditemukan pada perairan dengan kondisi lingkungan stabil, tekanan penangkapan rendah, dan substrat yang sesuai. Kabangnga *et al.* (2019) menyatakan bahwa pertumbuhan organisme akuatik dipengaruhi oleh salinitas, suhu, dan kepadatan populasi, sedangkan Purbayanto *et al.* (2012) menambahkan bahwa tipe substrat berperan penting dalam mendukung pertumbuhan bivalvia. Oleh karena itu, dominasi ukuran kecil pada penelitian ini dapat menjadi indikator awal adanya tekanan ekologis dan antropogenik terhadap populasi kerang darah di lokasi penelitian.

Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Distribusi tingkat kematangan gonad (TKG) kerang darah yang diperoleh selama penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar individu berada pada fase perkembangan gonad. Distribusi jumlah individu pada setiap tingkat kematangan gonad disajikan pada Tabel 1 dan divisualisasikan pada Gambar 3.



(Sumber: Data penelitian)

Gambar 3. Tingkat Kematangan Gonad *Anadara granosa* Jantan dan Betina

Tabel 1. Distribusi Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Kerang Darah

TKG	Keterangan	Jumlah Jantan	Jumlah Betina	Total Individu
TKG I	Gonad belum berkembang	3	8	11
TKG II	Gonad mulai berkembang	7	15	22
TKG III	Gonad membesar	6	3	9
TKG IV	Gonad matang dan siap memijah	2	2	4
Total		18	28	46

Distribusi tersebut menunjukkan dominasi individu pada TKG II yang menggambarkan fase awal hingga pertengahan perkembangan gonad. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar populasi masih berada pada tahap pertumbuhan gonad dan belum mencapai kematangan reproduksi penuh. Pola distribusi kematangan gonad pada *Anadara granosa* diketahui sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta dinamika siklus reproduksi yang berlangsung secara musiman (Khalil *et al.*, 2017).

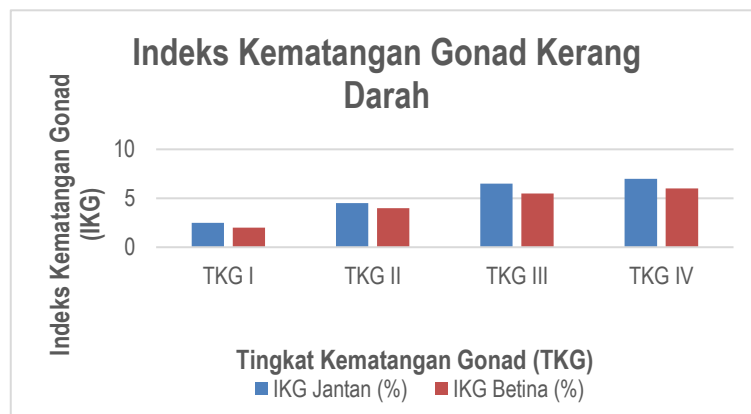
Dominasi individu pada tahap kematangan awal juga dapat berkaitan dengan tekanan penangkapan yang tinggi di lokasi penelitian. Pada kondisi eksploitasi intensif, individu yang telah mencapai ukuran dan kematangan gonad optimal cenderung lebih cepat tertangkap, sehingga proporsi individu dengan TKG matang relatif lebih rendah di alam. Kondisi ini dapat menyebabkan pergeseran struktur reproduksi populasi menuju dominasi individu yang belum matang gonad, sebagaimana dilaporkan oleh Nurdin *et al.* (2006) dan Harith *et al.* (2016) pada populasi bivalvia yang mengalami tekanan eksploitasi.

Indeks Kematangan Gonad (IKG)

Distribusi nilai indeks kematangan gonad (IKG) menunjukkan adanya perubahan alokasi energi selama perkembangan gonad. Nilai rata-rata IKG kerang darah pada setiap tingkat kematangan gonad disajikan pada Tabel 3 dan divisualisasikan pada Gambar 4.

Tabel 2. Rata – rata IKG Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Tingkat Kematangan Gonad (TKG)	IKG Jantan (%)	IKG Betina (%)
TKG I	2,5	2,0
TKG II	4,5	4,0
TKG III	6,5	5,5
TKG IV	7,0	6,0



(Sumber: Data penelitian)

Gambar 4. Indeks Kematangan Gonad Kerang Darah

Nilai IKG menunjukkan perbedaan antara jantan dan betina pada setiap tingkat kematangan gonad. Secara umum, nilai IKG jantan lebih tinggi dibandingkan betina, yang menunjukkan adanya perbedaan strategi fisiologis dalam alokasi energi untuk proses reproduksi. Menurut Suprpto *et al.* (2023), nilai IKG berkaitan dengan perkembangan jaringan gonad dan peningkatan aktivitas gametogenesis, sehingga perubahan nilai tersebut mencerminkan dinamika proses reproduksi organisme akuatik. Peningkatan nilai IKG seiring bertambahnya TKG menunjukkan adanya peningkatan alokasi energi menuju perkembangan gonad, yang mengindikasikan kesiapan individu untuk memasuki fase reproduksi.

Perbedaan nilai IKG antara jantan dan betina berkaitan dengan mekanisme pembentukan gamet. Proses spermatogenesis pada jantan umumnya membutuhkan energi yang relatif lebih rendah dibandingkan oogenesis pada betina, karena pembentukan ovum memerlukan akumulasi cadangan nutrisi yang lebih besar. Kondisi ini menyebabkan pola perkembangan gonad antara jantan dan betina tidak selalu sama selama siklus reproduksi. Nurjanah *et al.* (2023) juga melaporkan bahwa kerang darah jantan cenderung mencapai kematangan gonad lebih cepat dibandingkan betina, sehingga pada beberapa fase perkembangan nilai IKG jantan dapat lebih tinggi.

Meskipun nilai IKG menunjukkan pola peningkatan, distribusi tingkat kematangan gonad yang didominasi oleh TKG II menunjukkan bahwa sebagian besar individu belum mencapai kematangan gonad penuh. Kondisi ini diduga berkaitan dengan tekanan penangkapan yang tinggi di lokasi penelitian, sehingga individu yang telah matang gonad lebih dahulu tertangkap dan jumlahnya di alam menjadi relatif sedikit. Pola peningkatan nilai IKG ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa nilai IKG cenderung meningkat seiring perkembangan gonad dan mencapai nilai tertinggi pada fase matang gonad. Hal ini menunjukkan bahwa nilai IKG dapat digunakan sebagai indikator yang cukup baik dalam menggambarkan kesiapan reproduksi organisme akuatik.

Selain faktor biologis, kondisi lingkungan juga berperan penting dalam mendukung perkembangan gonad. Fluktuasi parameter lingkungan seperti suhu dan salinitas diketahui dapat memengaruhi proses pematangan gonad pada bivalvia. Sari *et al.* (2019) menyatakan bahwa perubahan suhu dan salinitas yang signifikan dapat menunda proses gametogenesis, terutama pada individu betina yang membutuhkan energi lebih besar untuk pembentukan telur. Dalam penelitian ini, kondisi perairan yang relatif stabil diduga mendukung proses perkembangan gonad pada kedua jenis kelamin.

Parameter Kualitas Air Muara Sungai Banjar Kemuning

Hasil pengukuran parameter kualitas air di setiap stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 3. Parameter yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO). Seluruh parameter berada dalam kisaran yang sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021.

Tabel 3. Parameter kualitas air di Muara Sungai Banjar Kemuning

Stasiun	Parameter			
	pH	DO (mg/L)	Salinitas (ppt)	Suhu (°C)
1	8,1	6,58	33	29,8
2	8	6,72	33	30,2
3	8,3	6,97	34	30,9
Baku Mutu	7 – 8,5	> 5	33-34	28 – 30

Parameter kualitas air selama penelitian menunjukkan kondisi yang masih mendukung perkembangan gonad, dengan suhu 29,8–30,9°C, salinitas 33–34 ppt, pH 8,0–8,3, dan *dissolved oxygen* (DO) 6,58–6,97 mg/L. Nilai tersebut berada dalam kisaran baku mutu air laut untuk biota (Pemerintah RI, 2021) dan diketahui mendukung proses gametogenesis pada *Anadara granosa* (Suwanjart *et al.*, 2009).

Suhu yang relatif stabil berperan dalam menjaga proses metabolisme, sedangkan salinitas optimal mendukung keseimbangan osmotik dan proses fisiologis bivalvia Sari *et al.* (2019). Nilai pH yang sedikit basa membantu stabilitas sistem enzimatis, sementara kandungan oksigen terlarut yang tinggi menunjukkan ketersediaan oksigen yang cukup untuk aktivitas metabolik dan reproduksi. Meskipun kondisi lingkungan perairan tergolong baik, dominasi individu pada TKG II menunjukkan bahwa faktor lingkungan bukan satu-satunya penentu keberhasilan reproduksi. Rendahnya proporsi individu matang gonad diduga lebih dipengaruhi oleh tekanan penangkapan yang tinggi, sehingga individu yang telah matang gonad lebih dahulu tertangkap.

Selain itu, siklus reproduksi *Anadara granosa* juga dipengaruhi oleh faktor musiman dan ketersediaan pakan (Srisunont *et al.*, 2020). Meskipun parameter kualitas air berada dalam kisaran optimal, dominasi individu pada TKG II menunjukkan bahwa kondisi lingkungan bukan merupakan faktor utama dalam pematangan gonad. Rendahnya jumlah individu pada TKG IV diduga lebih dipengaruhi oleh tekanan penangkapan yang tinggi, di mana individu matang gonad cenderung lebih dahulu tertangkap. Kondisi ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa eksploitasi dapat memengaruhi struktur reproduksi populasi bivalvia (Nurdin *et al.*, 2006; Harith *et al.*, 2016). Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya kerang darah perlu mempertimbangkan pengaturan pemanfaatan untuk menjaga keberlanjutan populasi (Vichaiwattana & Thepphanich, 2008). Keterbatasan jumlah sampel dan waktu pengamatan yang relatif singkat serta analisis yang masih bersifat deskriptif juga perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil penelitian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, TKG kerang darah (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Banjar Kemuning didominasi oleh TKG II, yang menunjukkan bahwa sebagian besar populasi masih berada pada tahap perkembangan gonad awal hingga pertengahan. Nilai IKG meningkat seiring bertambahnya TKG, dengan kisaran 2,5–7,0% pada jantan dan 2,0–6,0% pada betina, yang mencerminkan peningkatan alokasi energi menuju proses reproduksi.

Parameter kualitas air berada dalam kisaran optimal dan mendukung perkembangan gonad. Namun, rendahnya proporsi individu pada TKG IV menunjukkan bahwa sebagian besar populasi belum mencapai kematangan gonad penuh, yang diduga lebih dipengaruhi oleh tekanan penangkapan dibandingkan faktor lingkungan.

REKOMENDASI

Berdasarkan dominasi individu pada TKG II, disarankan adanya pengaturan musim panen dan penetapan ukuran tangkap minimum untuk memberikan kesempatan kerang darah (*Anadara granosa*) mencapai kematangan gonad sebelum tertangkap. Selain itu, diperlukan pemantauan berkala terhadap struktur ukuran populasi dan kondisi lingkungan sebagai dasar evaluasi keberlanjutan pengelolaan. Penelitian lanjutan dengan periode pengamatan yang lebih panjang dan analisis yang lebih mendalam juga diperlukan untuk memahami dinamika reproduksi secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiati, N. (2007). Gonad maturation in *Anadara granosa* (L.) and *Anadara antiquata* (L.) (Bivalvia: Arcidae) in Central Java. *Journal of Coastal Development*, 10(2), 105–113.
- Arfan, M., Sari, R. P., & Wahid, M. (2017). Analisis tingkat kematangan gonad kerang darah (*Anadara granosa*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(1), 31–33.
- Effendie, M. I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yogyakarta. Yayasan Pustaka Nusatama.

- Fauziah, A. R., Rahardja, B. S., & Cahyoko, Y. (2012). Korelasi ukuran kerang darah (*Anadara granosa*) dengan konsentrasi logam berat merkuri (Hg) di Muara Sungai Ketingan, Sidoarjo, Jawa Timur. *Journal of Marine and Coastal Science*, 1(1), 34–44.
- Harith, N., Yuliana, M., & Dewi, R. (2016). Dampak penangkapan berlebihan terhadap populasi kerang darah (*Anadara granosa*) di pesisir Selatan Sumatera. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 7(2), 123–130.
- Kabangnga, A, Heriansah, Nursidi, Kirana, C., & Safitri, F. (2023). Pertumbuhan kerang darah (*Tegillarca granosa*) pada berbagai sistem akuakultur. *Jurnal Galung Tropika*, 12(3), 319–328.
- Khalil, M. K., Faridah, A., & Syahputri, D. (2017). Pengaruh faktor lingkungan terhadap siklus reproduksi kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Riau. *Jurnal Biologi Laut*, 10(1), 45–54.
- Nurdin, A., Hidayat, M., & Susanto, B. (2006). Tekanan eksploitasi dan pola reproduksi populasi organisme akuatik di perairan Indonesia. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 12(3), 89–96.
- Nurdin, E., Affandi, R., & Kartamihardja, E. S. (2006). Pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara di perairan dengan ketinggian berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(2), 63–68.
- Nurjanah, S., Ramdani, D., & Mulyadi, A. (2023). Energy allocation and gonad maturation in *Anadara granosa*: A comparative study between males and females. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 28(1), 45–53.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Purbayanto, A., Widodo, B. L., & Rindang, D. W. (2012). Peran substrat terhadap pertumbuhan kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Muara Kamal, Jakarta. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 18(1), 1–10.
- Riza, S., Putra I., Suprijanto, J., & Widowati, I. (2024). Identifikasi tingkat kematangan gonad kerang darah (*Anadara granosa*) di Panipahan, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau *IPTEKIN: Jurnal Kebijakan Pembangunan dan Inovasi*, 7(1), 71-84.
- Rusli. (2021). Struktur ukuran kerang darah (*Tegillarca granosa*) di perairan Tanjung Buka Kabupaten Bulungan. *Skripsi*. Universitas Borneo Tarakan.
- Sari, R. P., Wahyuningtyas, D. A., & Susanto, A. (2019). Pengaruh faktor lingkungan terhadap reproduksi kerang darah (*Anadara granosa*). *Jurnal Akuakultur Tropis*, 2(2), 25–30.
- Sari, W., Tatiana, T., & Sarong, M. A. (2019). Identifikasi kematangan gonad induk betina kepiting bakau di Kawasan Mangrove Kampung Deah Raya Kota Banda Aceh. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan*, 1(1), 1–6.
- Srisunont, S., Phrompow, P., & Thongtham, N. (2020). Seasonal reproductive cycle and food availability affecting *Anadara granosa* in Thailand's estuarine waters. *Journal of Shellfish Research*, 39(1), 97–104.
- Suprpto, A. M., Susatyo, P., & Setyaningrum, N. (2023). Aspek reproduksi dan struktur histologis gonad betina tiga spesies ikan familia Cyprinidae di Sungai Banjaran. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 5(2), 122–129.
- Suprpto, H., Wardhani, Y. K., & Sulmartiwi, L. (2020). Karakteristik hematologi kerang darah (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Ketingan, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia. *Grouper: Jurnal Ilmiah Perikanan*, 11(1), 20–24.
- Suwanjarat, J., Pratoomthai, K., & Sittisak, T. (2009). Effects of water quality parameters on gonadal development of *Anadara granosa* in the Gulf of Thailand. *Marine Environmental Research*, 68(2), 97–104.

- Vichaiwattana, S., & Thepphanich, T. (2008). Management strategies for sustainable harvesting of blood cockle (*Anadara granosa*) in Thailand. *Fisheries Management and Ecology*, 15(1), 23–29.
- Wulandari, D., Mahendra, R. S., & Fitriani, N. (2020). Manajemen reproduksi kerang darah berdasarkan fase gonad di Pesisir Jawa Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(3), 45–52.