ASPEK BIO-EKOLOGI DAN PEMANFAATAN KERANG MARGA ANADARA**(MOLLUSCA: BIVALVIA: ARCIDAE)****Eka Sulistiyaningsih^{1*} & Ucu Yanu Arbi²**¹Program Studi Oseanografi, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah²Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

*Alamat email: eka.sulis999@gmail.com

ABSTRACT

One of various shellfish in Indonesia waters that has high economic value is genus Anadara, especially as an edible marine species. Anadara is traditionally known in the trade as blood cockles. There are approximately 100 species of blood cockles in subfamily Anadarinae, the largest member of family Arcidae. Systematic of Anadarinae still does not provide certainty until now, including because there are many variations between species. Anadara, and Arcidae, in general, is one of the most abundant families of mollusc in tropical waters, and spread out in almost all of the coastal waters and found in the basis of subsystems. Its growth will be better on soft mud substrate than sandy mud substrate. Blood cockles are known as a filter feeder that feeds using gills on plankton, especially on phytoplankton. The demand for blood cockles is increasing, thus encouraging production efforts that do not only rely on harvesting from nature but through cultivation also that has been done in several places in Indonesia, such as in Sumatra and Java. This paper discussed taxonomy and classification, morphology and anatomy, habitat and distribution, reproduction and aquaculture, diet and feeding habit, and economic value of blood cockles.

Keywords: anadara, blood cockles, bio-ecological aspects, utilization.

PENDAHULUAN

Moluska merupakan salah satu filum dengan jumlah spesies terbanyak, yang di dalamnya terdapat kelas terbesar yaitu Bivalvia dan Gastropoda (Dharma, 2005). Jenis-jenis tersebut sebagian besar masuk ke dalam kelas Bivalvia, atau sering juga disebut Pelecypoda. Famili Arcidae merupakan sebuah famili besar dalam kelas Bivalvia, dengan subfamili terbesar adalah Anadarinae dan marga terbesar *Anadara*. Sebagian spesies *Anadara* mengalami determinasi dan koreksi dari nama-nama lama, sebagian lagi antara lain merupakan rekor baru yang dilaporkan keberadaannya di perairan Indonesia. Kesulitan determinasi terjadi karena adanya karakter-karakter cangkang yang variabel dan mirip

atau karena sebagian di antaranya tidak mengacu pada deskripsi awal. Sistematika *Anadara* hingga saat ini masih belum memberikan kepastian, diantaranya karena banyak terdapat variasi antar spesies.

Bivalvia secara umum mempunyai bentuk tubuh dan ukuran cangkang yang beranekaragam, di mana sangat penting dalam menentukan spesies pada kelas tersebut (Nurdin et al., 2006). Variasi morfologi dan anatomi kekerangan terkait erat dengan berbagai faktor ekologisnya. Kurang lebih 80% atau sekitar 8.000 spesies Bivalvia hidup di berbagai kedalaman di semua lingkungan perairan laut dan sisanya di air tawar (Huber, 2010). Kelas Bivalvia kebanyakan hidup dengan membenamkan diri dalam substrat yang

berupa lumpur atau pasir. Beberapa spesies memiliki cara hidup melekat pada substrat keras berupa batu, kayu, bakau bahkan cangkang moluska lainnya yang masih hidup. Meskipun memiliki penyebaran yang luas, sebagian besar *Bivalvia* menduduki zona neritik di laut tropis. *Bivalvia* dapat hidup dan berkembang dalam rentang yang cukup luas yaitu perairan tawar hingga perairan laut yang memiliki kisaran salinitas yang tinggi di seluruh dunia (Broom, 1985; Stern-Pirlot & Wolff, 2006).

Di Indonesia, kerang *Anadara* dikenal dengan nama umum kerang bulu dan kerang darah. Kerang *Anadara* bersifat iteroparous karena dapat bereproduksi dengan sukses selama beberapa musim (Afiati, 2007). Spermatogenesis dan oogenesis pada kerang *Anadara* mirip dengan pola pada semua *Bivalvia*, individu jantan memiliki tingkat aktivitas gametogenik yang lebih cepat dari pada betina. Kematangan gonad pada *Anadara granosa* mencapai puncak pada bulan April (Yurimoto et al., 2014a), dimana periode matang gonad pada individu jantan terjadi bulan Oktober hingga April, sedangkan betina pada bulan November hingga Februari. Hubungan panjang-berat pada *A. granosa* jantan dan betina memiliki pola allometrik negatif (Dody et al., 2018), dengan rasio kelamin berbeda (tidak ideal 1:1). Secara umum, hubungan pertumbuhan panjang dan berat dapat bersifat isometrik maupun allometrik (Effendi, 2003). Pertumbuhan bersifat isometrik jika pertambahan panjang seimbang dengan pertambahan berat (1:1). Sebaliknya, pertumbuhan bersifat allometrik jika pertambahan panjang tidak seimbang dengan pertambahan berat (tidak 1:1), dimana dapat bersifat negatif maupun positif. Pada *A. antiquata*, puncak

kematangan gonad terjadi bulan Februari dan Maret yang ditunjukkan oleh melimpahnya kerang yang masuk dalam kategori TKG IV (Maani, 2017) dengan hubungan panjang-berat jantan dan betina menunjukkan pola pertumbuhan allometrik positif dan negatif. TKG (Tingkat Kematangan Gonad) menunjukkan suatu tingkatan kematangan seksual. Sebagian besar hasil metabolisme digunakan selama fase perkembangan gonad (Effendie, 2002). Umumnya pertambahan berat gonad pada ikan betina sebesar 10–25% dari berat tubuh, sedangkan untuk ikan jantan berkisar antara 5–10%. Sebagai acuan standar, umum digunakan 5 tahap TKG, yakni: TKG I (*immature*); TKG II (*developing*); TKG III (*maturing/ripening*); TKG IV (*mature/ripe/gravid*); TKG V (*spent*).

Kerang darah dikenal sebagai organisme *ciliary feeder* (sebagai *deposit feeder* atau *filter feeder*), yang mengambil makanan melalui penyaringan zat-zat tersuspensi yang ada dalam perairan (Nybakken, 1992). Makanan utama kelompok kerang ini adalah plankton, terutama fitoplankton. Kerang *Anadara*, terutama kerang darah, juga banyak ditemukan di areal tambak udang dan bandeng. Sisa pakan dan sisa metabolisme (feses) dari udang dan bandeng dimanfaatkan sebagai pakan bagi kerang darah. Namun demikian, upaya produksi melalui budidaya kerang *Anadara* pun sudah berkembang seiring dengan permintaan yang semakin meningkat, baik dengan metode yang sangat sederhana maupun memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi maju.

Kekerangan telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, termasuk jenis-jenis kerang dari marga *Anadara* (Dharma, 2005). Pemanfaatan paling besar

adalah untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat yang dikenal sebagai sumber protein dan mineral. Selain itu, pemanfaatan lainnya adalah sebagai biofilter zat pencemar (Putri, 2019). Cangkang *Anadara* menjadi salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan dalam bidang farmasi, misalnya sebagai bahan tambahan pemulihan tulang dan gigi (Ahmad, 2017). Dalam dunia perikanan, cangkang *Anadara* dimanfaatkan sebagai sumber kalsium yang ditambahkan ke dalam pakan ikan lele (Mahary, 2017), tambahan pupuk organik untuk tanaman sawi (Fazrina & Yursilla, 2019), dan lainnya. Cangkang kerang *Anadara* juga sering dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam industri batako (Firdaus, 2017) dan pembuatan genteng beton (Permadi, 2017).

Tulisan ini merupakan suatu tinjauan mengenai kerang marga *Anadara* (kerang darah dan kerang bulu) yang dihimpun dari berbagai sumber. Cakupan dari tulisan ini terutama meliputi aspek taksonomi, klasifikasi, morfologi, anatomi, habitat, sebaran, reproduksi, budidaya, makanan, kebiasaan makan, serta pemanfaatannya. Tujuan penulisan tinjauan ini adalah untuk memberikan informasi yang lebih mendalam mengenai aspek-aspek bio-ekologi kerang marga *Anadara* serta pemanfaatannya dalam berbagai bidang.

KARAKTERISTIK BIOLOGI DAN EKOLOGI

Taksonomi dan Klasifikasi

Famili Arcidae Lamarck, 1809 merupakan sebuah famili besar, yang anggotanya lebih dari 250 spesies, mempunyai 5 subfamili dan lebih dari 25 marga (Huber, 2010). Subfamilinya yaitu: Arcinae, Anadarinae, Bathyarcinae,

Litharcinae dan Scaphulinae. Subfamili yang terbesar adalah Anadarinae, mempunyai anggota lebih dari 100 spesies; biasanya hidup bebas, tidak mempunyai *byssal gap*, kadang-kadang menempel dengan *byssus* tipis; dengan marganya yang terbesar adalah *Anadara*. Subfamili terbesar kedua adalah Arcinae, anggotanya kurang lebih 100 spesies; mempunyai *byssal gap*; marganya antara lain: *Arca*, *Barbatia* dan *Acar*. Famili Arcidae terdiri dari sembilan marga yaitu *Arca*, *Anadara*, *Bathyarca*, *Barbatia*, *Cucullaea*, *Litharca*, *Noetia*, *Senilia* dan *Trisidos*.

Secara garis besar, klasifikasi dari kerang darah dan kerang bulu (marga *Anadara*) adalah sebagai berikut:

Kelas	: Bivalvia Linnaeus, 1758
Subkelas	: Pteriomorphia Beurlen, 1944
Ordo	: Arcoidea Stoliczka, 1871
Superfamili	: Arcoidea Lamarck, 1809
Famili	: Arcidae Lamarck, 1809
Subfamili	: Anadarinae Reinhart, 1935
Marga	: <i>Anadara</i> Gray, 1847
Submarga	: <i>Anadara</i> Gray, 1847
	<i>Scapharca</i> Gray, 1847
	<i>Potiarca</i> Iredale, 1939
	<i>Diluvarca</i> Woodring, 1925
	<i>Tegillarca</i> Iredale, 1939

Sebagian spesies kerang darah dan kerang bulu mengalami determinasi dan koreksi dari nama-nama lama, sebagian lagi antara lain *Anadara* (*Anadara*) *fultoni*, *Anadara* (*Scapharca*) *jurata*, *Anadara* (*Scapharca*) *cornea* dan *Anadara* (*Tegillarca*) *oblonga* yang merupakan rekor baru yang dilaporkan keberadaannya di perairan Indonesia (Dharma, 2005). Kesulitan determinasi spesies marga *Anadara* terjadi karena adanya karakter-karakter cangkang yang variabel dan mirip, sehingga terjadi banyak perbedaan pendapat dari masing-masing pakar.

Perdebatan juga sering terjadi karena sebagian tidak mengacu pada deskripsi awal. Untuk validitas spesies marga *Anadara* masih diperlukan penelitian yang lebih mendalam sampai dengan analisa DNA oleh pakarnya, terutama dalam permasalahan dengan berbagai kerabatnya dan tata nama yang menggunakan subspecies seperti *Anadara (Anadara) antiquata* dan *Anadara (Anadara) scapha*; *Anadara (Scapharca) inaequalis* dan *Anadara (Scapharca) rhomboidalis*; *Anadara (Tegillarca) granosa* dan *Anadara (Tegillarca) nodifera*; dan sebagainya (Dharma, 2005; www.marinespecies.org).

Penelitian karyologi terhadap *A. antiquata* sebagai anggota kelompok yang telah berhasil mempertahankan bentuk morfologinya selama ± 130 juta tahun ini, mungkin cukup berarti untuk menerangkan proses tersebut. Dipelajari untuk pertama kalinya, kromosom *Anadara antiquata* diperoleh dari stadium metafase mitosis sel insang menggunakan teknik suspensi sel dan pengecatan Giemsa konvensional. Karyotip terdiri atas 19 kromosom haploid, yaitu 14 metasentrik, 3 sub-metasentrik dan 2 sub-telosentrik atau $n = 19 = 17m-sm/2st-t$. Analisis perbandingan karyotip *A. antiquata* dengan *A. granosa* ekomorf bulat memperlihatkan komposisi yang identik seperti pula dijumpai pada genera *Septifer* dan *Pinctada*. Proporsi m-sm yang tinggi tidak begitu-saja terhubung dengan jarak evolusi antar grup dalam taksonomi, karena ternyata banyak famili dari sub-kelas Pteriomorpha dan Heterodonta memperlihatkan kecenderungan serupa. Meskipun demikian, kesamaan strategi pertumbuhan alometrik *A. antiquata* dengan *A. granosa* ekomorf bulat mungkin dapat diterangkan oleh kesamaan komposisi karyogram keduanya (Afati, 1999).

Morfologi dan Anatomi

Penamaan kelompok kerang bulu berdasarkan dari periostrakum spesies kerang-kerang ini yang mempunyai bulu-bulu halus, ada yang berbulu lebat dan ada yang berbulu tipis; sedangkan kelompok kerang darah periostrakumnya tidak berbulu, tetapi dagingnya berwarna merah darah.

Secara morfologi, kerang *Anadara* memiliki tubuh pipih dan bersifat simetris bilateral, berukuran kecil sampai besar. Tubuh kerang *Anadara* dilindungi oleh cangkang yang terdiri dari tiga lapis yaitu periostrakum, lapisan prismatic dan lapisan mutiara (Dharma, 2005). Cangkang berbentuk memanjang atau oval, menggembung, bagian anterior biasanya lebih pendek dari pada posterior. Skulptur dengan rusuk-rusuk yang kuat ke arah radial dan berpotongan dengan alur-alur halus atau striae arah konsentrik; ujung radial rusuk pada kedua tepi bawah bertemu dan saling mengait menutup atau *interlocking*.

Cangkang umumnya tebal, tetapi ada juga yang tipis dan agak rapuh. Bagian awal pertumbuhan cangkang (umbo) terpisah oleh daerah kardinal, daerah kardinal bervariasi sempit atau lebar. Engsel dengan barisan gigi-gigi (*taxodont*), menuju kedua ujung anterior dan posterior gigi-gigi bertambah besar. Guna mempererat sambungan keping cangkang, di bawah *hinge ligament* terdapat gigi atau tonjolan pada keping yang satu. Bagian dalam cangkang tidak mempunyai lapisan mutiara. Tidak mempunyai *byssal gap*. *Anadara* tidak mempunyai *siphon*, karenanya tidak mempunyai *pallial sinus*, hanya ada garis *pallial*. Periostrakum biasanya ada, terutama di daerah ventral ke arah tepi bawah. Cangkang kerang *Anadara* mempunyai dua keping belahan kanan kiri

yang disatukan oleh satu engsel yang bersifat elastis disebut ligamen yang terletak di bagian luar (Gambar 1).

Tubuh kerang *Anadara* berbentuk simetris bilateral, memiliki kebiasaan menggali liang pada pasir dan lumpur yang merupakan substrat hidupnya dengan menggunakan kakinya. Kerang *Anadara* memiliki kaki berbentuk seperti baji. Kepala tidak berkembang namun sepasang *palpus labial* mengapit mulutnya, untuk itu tubuhnya memipih secara lateral sehingga sangat membantu dalam menunjang kebiasaan meliangnya tersebut. Tempat melekatnya tubuh pada cangkang adalah otot palial, terletak dekat tepi cangkang dan meninggalkan bekas berupa garis palial. Meskipun terdapat otot palial, ada kalanya benda asing seperti butir pasir atau parasit yang masuk ke dalam tubuh kerang serta terperangkap di dalam rongga di antara mantel dan cangkang. Benda asing dalam rongga tersebut berada dalam cairan ekstrapalial, sehingga terjadi pengendapan lapisan-lapisan mutiara di sekitar benda tersebut, yang makin lama makin tebal. Kedua keping cangkang pada bagian dalam ditautkan oleh dua buah otot yang bekerja secara antagonis dengan *hinge ligament*, dua otot yaitu otot abduktor dan otot

adduktor berfungsi untuk membuka dan menutup kedua belahan cangkang. Ketika otot aduktor rileks, ligamen berkerut maka kedua keping cangkang akan terbuka, demikian sebaliknya. Kekerangan secara umum bernafas menggunakan insang. Insang pada *Anadara* tipis berbentuk seperti papan, biasanya sangat besar dan pada sebagian besar spesies dianggap memiliki fungsi tambahan yaitu pengumpul makanan, di samping berfungsi sebagai tempat pertukaran gas. Kerang *Anadara* umumnya mempunyai kelamin yang terpisah, tetapi beberapa di antaranya bersifat hermaphrodit.

Habitat dan Sebaran

Arcidae merupakan salah satu famili yang paling melimpah di perairan tropis dan mempunyai banyak jenis yang tersebar di hampir seluruh perairan pantai mulai dari perairan Pasifik hingga Samudera Hindia dan Laut Mediterania (Gambar 2). Jenis *A. tuberculosa*, *A. similis*, *A. multcostata* dan *A. grandis* semuanya ditemukan pada dasar subsistem di perairan Colombia (Broom, 1985). Jenis *A. kornea* dapat ditemukan perairan Fiji. Jenis *A. senilis* dapat ditemukan di perairan sepanjang pantai barat Afrika. Jenis *A. granosa* ditemukan

Gambar 1. Morfologi salah satu jenis kerang darah, *Anadara granosa*

pada dasar perairan dan dimanfaatkan secara intensif untuk tujuan komersial di perairan Malaysia dan Thailand, seperti halnya jenis *A. subcrenata* di perairan Jepang dan *A. broughtoni* di perairan Korea Selatan (Broom, 1985). Sedangkan jenis-jenis yang dapat ditemukan di perairan Indonesia antara lain *A. granosa* (kerang darah), *A. nodifera* (kerang darah), *A. inflata* dan *A. antiquata* (kerang bulu), *A. rhombea* dan *A. indica* (kerang mencos). Di antara kelima jenis kerang tersebut yang banyak tertangkap adalah kerang mencos (Sudrajat, 2008).

Sebaran dan kelimpahan kerang *Anadara* juga tergantung oleh fluktuasi yang terjadi pada habitatnya. Sebagai contoh, sebelum tahun 1996 jenis-jenis *Anadara* di perairan Kepulauan Pado, Papua sangat melimpah. Hal ini terlihat dari tumpukan cangkang yang teronggok di beberapa pulau. Selain di Pulau Auki, kerang *Anadara* juga biasa ditemukan di perairan Pulau Pai. Namun, setelah tahun 1996 (pasca tsunami), keberadaan kerang ini berangsur-angsur semakin berkurang jumlahnya. Dari hasil pengumpulan sampel

A. antiquata selama 10 bulan antara Juni 2009 hingga Maret 2010, hanya didapatkan sebanyak 231 individu dari habitat pasir (terdiri dari 79 individu jantan dan 152 individu betina), serta 377 individu dari habitat lamun (terdiri dari 141 individu jantan dan 236 individu betina (Widyastuti, 2011).

Kerang *Anadara* bersifat kosmopolitan dimana dapat ditemukan di perairan tropis dan subtropis (Arfiati, 2007). Pada umumnya, spesies-spesies kerang dari marga *Anadara* hidup di air payau dekat muara sungai, hutan bakau, atau daerah berlumpur, tetapi ada juga yang hidup di laut lepas pantai dengan kedalaman 10–30 m, daerah padang lamun, atau pasir berkorall. Pertumbuhannya akan lebih baik pada substrat berlumpur lunak daripada lumpur berpasir. Pertumbuhan kerang darah dapat diamati dengan melihat pertambahan ukuran cangkang kerang. Bertambahnya ukuran kerang ditandai dengan bertambahnya garis pertumbuhan. Secara umum pengukuran panjang merupakan salah satu parameter untuk mengetahui pertumbuhan kerang.

Gambar 2. Sebaran kerang *Anadara* yang terpusat di Indo-Pasifik Barat (Carpenter & Niem, 1998)

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kerang yaitu musim, suhu, makanan, salinitas dan faktor kimia air lainnya yang berbeda-beda pada masing-masing daerah (Riniatsih & Kushartono, 2010). Lumpur yang baik bagi pertumbuhan kerang darah yaitu lunak tersusun dari 90% lumpur atau lebih, dengan diameter partikel $\leq 0,124$ mm. *Anadara* dapat dikategorikan sebagai genus yang berhasil beradaptasi di area lingkungan yang selalu berubah, misalnya terhadap perubahan kadar garam dengan rentang yang jauh, yaitu sekitar 0,5–35‰. Kerang *Anadara* secara umum hidup bebas karena tidak mempunyai *byssal gap*, hanya sedikit yang menempel dengan *byssus* tipis, terutama pada fase juvenil.

Hasil penelitian Meshram & Mohite (2016) di India memperlihatkan adanya hubungan linear antara panjang dan berat daging *Tegillarca rhombea*. Seiring dengan bertambahnya usia kerang, beratnya juga meningkat secara linier. Meskipun hubungan morfometrik antara panjang dan berat daging menunjukkan pola pertumbuhan linier, variasi dalam hubungan ini dapat dijelaskan berdasarkan perbedaan dalam fase kehidupan yang berbeda. Korelasi di antara parameter biometrik adalah signifikansi tertentu dalam hal pemahaman kelancaran struktur cangkang organisme.

Penelitian Alibon et al. (2018) di Filipina menunjukkan bahwa panjang, lebar, tinggi dan jarak umbo lebih besar serta dengan bobot lebih berat tercermin dalam populasi *A. maculosa* yang dikoleksi di area hutan mangrove dekat muara sungai dengan substrat berpasir dari pada yang dikoleksi dari dekat perumahan dengan substrat berlumpur. Perbedaan signifikan yang diperoleh dari pengukuran meristik (panjang, lebar, tinggi, jarak umbo, jumlah

bubungan cangkang dan berat total tubuh) dan morfometrik geometrik melalui analisis bentuk menunjukkan variasi ekofenotipik dalam menanggapi berbagai kondisi mikrohabitat. Dengan demikian, interaksi faktor-faktor mikro-biogeoklimatik seperti jenis substrat, suhu, pH dan kedalaman air dapat mempengaruhi morfologi organisme. Analisis variabilitas dalam hal karakter konkologisnya merupakan indikasi plastisitas ekologis yang tinggi dari spesies euribiotik ini, sehingga analisis variasi ekofenotipik mungkin signifikan dalam implikasi bio-indikasi dari status terkini dari mikrohabitatnya. Hal ini menyiratkan bahwa dengan berbagai kondisi habitat apakah terganggu oleh pemukiman manusia atau diubah secara alami oleh faktor lingkungan, *A. maculosa* cenderung mengembangkan fenotip alternatif agar sesuai dengan kondisi lingkungannya.

Hasil penelitian yang dilakukan Mulki et al. (2014) menunjukkan bahwa di Semarang, Jawa Tengah *A. granosa* yang paling mendominasi adalah yang berukuran 2,1–3,0 cm dan berat 0,5–4,5 gram. Pola pertumbuhan dari periode Oktober–Desember 2012 bersifat allometri negatif dengan nilai $b < 3$, yang berarti kerang dalam kondisi kurus. Hal ini mengindikasikan bahwa populasi kerang darah di lokasi penelitian sedang mengalami tekanan akibat dari aktivitas penangkapan oleh nelayan yang terus-menerus.

Berbagai penelitian juga dilakukan untuk mengetahui toleransi kerang *Anadara* terhadap berbagai senyawa organik dan anorganik, baik in-situ maupun ex-situ. Misalnya, pada penelitian terhadap *A. granosa* terhadap beberapa konsentrasi ammonia (NH₃) pada 29°C, salinitas pada 27 ppt dan PH antara 8,3–8,5 (Ramli et al., 2014). Hasilnya, nilai LC50 pada 48 jam

adalah 0,08 mg/L NH₃, sedangkan pada 96 jam nilainya 0,04 mg/L, dimana sebagian besar kematian terjadi sebelum 32 jam. Kematian 100% terjadi pada kerang yang terpapar konsentrasi antara 0,08–0,13 mg/L sebelum 84 jam. Pada 0,06 mg/L, sekitar 60% kematian dicatat pada 92 jam dan sisa konsentrasi adalah 0,05 mg/L, 0,03 dan 0,02 mg/L dengan kematian masing-masing 30%, 23% dan 20%. LC₁₀₀ pada 96 jam dan pada 48 jam paparan masing-masing adalah 0,16 mg/L dan 0,3 mg/L.

Reproduksi dan Budidaya

Studi histologis menunjukkan bahwa *Anadara* bersifat iteroparous karena dapat bereproduksi dengan sukses selama beberapa musim (Afiati, 2007). Jaringan reproduksi terdiri dari banyak tubulus bercabang-cabang, di mana sel-sel primordial memunculkan spermatogonia (pada jantan) dan oogonia (pada betina), serta sebagai aksesori sel-sel folikel pada

kedua jenis kelamin. Susunan sel-sel folikel memungkinkan kedua jenis kelamin untuk dibedakan. Dari titik asal ini, mudah untuk menggambarkan perubahan histologis yang terjadi di ovarium dan testis secara terpisah (Afiati, 2007).

Berdasar penelitian Afiati (2007), spermatogenesis dan oogenesis pada *A. granosa* dan *A. antiquata* mirip dengan pola pada semua bivalvia. Individu jantan memiliki tingkat aktivitas gametogenik yang lebih cepat dari pada betina. Tahap awal sistem reproduksi jantan menunjukkan pembelahan yang sama, menjadi sel folikel dan sel benih primer yang teramati pada betina. Seperti pada betina, sel-sel folikel terurai, sehingga sperma berkembang dari spermatogonia di tengah folikel, kemudian dilepaskan ke dalam suspensi. Pada titik ini, sperma matang diatur dengan akrosom dalam posisi sentripetal dan ekornya menempati posisi sentral lumen.

Gambar 3. Siklus reproduksi pada kekerangan
(<http://educationally.narod.ru/freshwaterlife2photoalbum.html>)

Selama oogenesis, oogonia pada awalnya melekat pada dinding folikel oleh permukaan mikropilar yang luas. Ketika folikel hampir matang, sel-sel aksesori rusak dan volume oosit tumbuh dengan cepat. Akhirnya oosit terlepas dari dinding folikel dan membulatkan lumen. Tahap ini kerang dianggap sudah mencapai fase dewasa. Dalam kondisi ini massa viseral terlihat mengembung dengan gamet yang mudah terlihat melalui dinding tubuh tipis untuk *A. granosa*. Namun pada *A. antiquata*, tahap matang ini kurang terlihat secara makroskopis karena dinding tubuhnya yang lebih tebal (Afiati, 2007).

Lebih lanjut menurut Afiati (2007), setelah pemijahan (tahap 2), folikel masih mengandung beberapa sel telur matang. Pada kedua jenis kelamin, aktivitas gametogenik yang terjadi dari sel-sel yang tidak berdiferensiasi yang melapisi folikel tua dapat berlanjut secara bersamaan pada tahap ini sehingga membuat transisi cepat ke tahap aktif pembangunan kembali. Pada tahap selanjutnya pemijahan (tahap 1), penyerapan kembali oosit yang tidak berkembang berlangsung dengan perkembangan generasi oosit berikutnya. Namun, tidak jelas bagaimana folikel-folikel tua dalam tahap pengembangan ulang mengembangkan kembali dan memelihara set oogonia baru, dan ada ketidakpastian yang serupa mengenai mekanisme penyerapan kembali dari oosit yang tidak bertelur.

Penelitian mengenai kematangan gonad pada *A. granosa* dilakukan di Semenanjung Malaysia (Yurimoto et al., 2014a). Ketebalan visera *A. granosa* yang dikumpulkan bulan September diamati, meningkat pada bulan November, berlanjut hingga Januari. Nilai rata-rata menurun

pada bulan Februari, dan mencapai puncak pada bulan April (Gambar 4). Di sisi lain, penebalan hampir 0 poin di bulan Juli, yang berlanjut sampai survei terakhir di bulan April. Perubahan histologis dalam gonad kedua jenis kelamin berada dalam tahap pengembangan dan matang pada bulan September, tahap matang dan pemijahan pada bulan November dan Januari, tahap pemijahan dan pengeluaran pada bulan Februari, dan tahap yang dikeluarkan dan belum matang pada bulan April. Secara umum, pada individu jantan dalam tahap pemijahan pertama kali diamati bulan Oktober hingga April, sedangkan pada individu betina pada bulan November hingga Februari.

Di sisi lain, semua individu pada bulan Juli belum dewasa; persentase individu yang belum dewasa melebihi 70% dalam setiap survei selama periode penelitian. Berdasarkan penelitian Dody et al. (2018) di Perairan Muara Gembong–Bekasi menunjukkan bahwa hubungan panjang-berat pada kerang darah *A. granosa* jantan dan betina memiliki pola hubungan allometrik negatif. Secara keseluruhan rasio kelamin selama pengamatan adalah berbeda / tidak ideal (tidak 1:1). Tingkat kematangan gonad dengan jumlah tertinggi pada jantan adalah TKG II, sedangkan pada betina adalah TKG IV dengan persentase lebih dari 50%. Kerang darah jantan siap melakukan proses pemijahan pada ukuran yang lebih kecil yaitu 14,65–15,69 mm, sedangkan betina sudah siap memijah pada ukuran 15,70–16,74 mm. Rata-rata nilai IKG jantan dari total 227 ekor adalah 1,1874, sedangkan pada betina sebesar 1,1983 dari total 173 ekor.

Gambar 4. Kiri: Perubahan ketebalan visceral dari tiga stasiun pengambilan sampel. Kanan: Tahap perkembangan *Anadara granosa* dari Juli–April 2011 (Yurimoto *et al.*, 2014a)

Hasil penelitian di perairan Kendari menunjukkan bahwa puncak kematangan gonad *A. antiquata* terjadi pada bulan Februari dan Maret, yang ditunjukkan oleh melimpahnya kerang yang masuk dalam kategori TKG IV. Nilai IKG kerang bulu tertinggi terjadi pada bulan Mei, baik pada individu jantan maupun betina, masing-masing sebesar 5,63 (jantan) dan 3,64 (betina). Ukuran pertama kali matang gonad pada kerang jantan berkisar 3,7 cm, sedangkan pada kerang betina berkisar 3,9 cm. Sedangkan fekunditas kerang bulu pada perairan tersebut berkisar ± 2.600 –155.000 butir (Maani, 2017). Penelitian lainnya di tempat yang sama menunjukkan bahwa pola pertumbuhan hubungan panjang bobot kerang *A. antiquata* jantan dan betina menunjukkan pola pertumbuhan allometrik positif dan negatif. Faktor kondisi (Kn) untuk kerang *A. antiquata* berada pada kisaran nilai 1,23–1,91 (jantan) dan 0,38–1,24 (betina). Persentase Kn berfluktuasi berdasarkan ukuran cangkang. Rasio Bobot Daging (RBD) kerang *A. antiquata* jantan dan betina lebih dominan pada kelompok ukuran panjang

cangkang 23–39 mm (Setiawan *et al.*, 2016).

Permintaan kerang *Anadara* semakin meningkat, sehingga mendorong upaya produksi yang tidak hanya mengandalkan pemanenan dari alam, yaitu melalui budidaya. Budidaya pembesaran kerang darah sudah dilakukan di beberapa tempat di pantai pesisir timur pulau Sumatera dan beberapa pulau satelitnya, serta pantai utara Jawa. Persiapan lahan budidaya dilakukan dengan cara mengurung dengan jaring atau menggunakan keranjang sebagai wadah budidaya (Atmaja *et al.*, 2014). Dengan teknik budidaya seperti ini, biaya operasional relatif rendah, obyek budidaya terlindung dari predator, dapat dipelihara dengan kepadatan tinggi, mempermudah dalam proses pemanenan, dan jelas kepemilikannya (Setyono, 2007).

Sebelumnya, upaya budidaya kekerangan dengan teknik yang lebih maju telah dikembangkan di beberapa negara. Proyek pembangunan negara adalah kekuatan pendorong di belakang pertumbuhan budidaya kerang di Teluk Bandon, Thailand sejak tahun 1980 (Ratchatattanukul *et al.*, 2017). Di

wilayah pantai barat Semenanjung Malaysia, budidaya *A. granosa* berkembang karena sejumlah besar kerang remaja secara alami dikembangkan di daerah pasang surut wilayah ini, dan banyak dikumpulkan sebagai benih dalam kegiatan budidaya (Yurimoto et al., 2014b). Laporan tahunan dari Departemen Perikanan Malaysia mencatat bahwa produksi kerang darah di Malaysia tidak menurun dalam jangka panjang, dan telah menurun secara signifikan dalam dekade terakhir, khususnya sejak 2010. Pada saat yang sama, meskipun terdapat ekspansi produksi yang strategis, produktivitas di dalam plot-plot akuakultur berlisensi di sepanjang wilayah pesisir juga telah menurun secara dramatis (Yurimoto et al., 2014b). Mengacu pada data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2011, volume produksi kekerangan di Indonesia yang terdiri dari kerang darah, kerang hijau, tiram, simping, kerang mutiara dan remis adalah sebesar 54.801 ton (setara dengan Rp. 448.996.881;). Produksi pada tahun 2012 sebesar 50.460 ton, atau terjadi penurunan sebesar 8% (setara dengan Rp. 435.728.094;) (KKP, 2012). Lokasi-lokasi di Indonesia yang diketahui sebagai daerah produksi kekerang antara lain di pantai utara pulau Jawa (Jakarta, beberapa lokasi di Jawa Tengah, Surabaya dan Madura) serta sebagian kecil wilayah Indonesia Tengah dan Indonesia Timur (Savitri et al., 2015).

Makanan dan Kebiasaan Makan

Kerang *Anadara* secara umum merupakan *ciliary feeder* (sebagai *deposit feeder* atau *filter feeder*). Sebagai *filter feeder*, kerang *Anadara* menyaring makanannya menggunakan bantuan insang. Makanan utama kelompok kerang ini

adalah plankton, terutama fitoplankton. Mekanisme mencari makanan pada kerang terjadi melalui suatu sistem sensor syaraf yang mendeteksi makan untuk menentukan apakah suatu makanan bisa diterima atau ditolak. Bahkan pada kerang dengan jenis makanan khusus (*monospecific diets*) lebih memilih hanya makan beberapa jenis makanan yang diduga karena nilai nutrisinya atau karena mudah ditangkap (pada Bivalvia) atau mudah dipotong (pada Gastropoda). Namun demikian, kekerangan umumnya memakan beberapa jenis makanan untuk menjaga kestabilan kebutuhan nutrisi dalam tubuhnya.

Ada tiga faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan kekerangan, yaitu temperatur air, makanan (diet), dan aktifitas reproduksi (pemijahan) (Atmaja et al., 2014; Nurdin et al., 2006; Setiawan et al., 2016). Diet yang hanya terdiri dari satu jenis makanan akan mengurangi laju pertumbuhan dalam jangka panjang. Pertambahan berat tubuh kekerangan berhubungan positif dengan tingkat konsumsi protein yang ada di dalam makanannya. Pertambahan berat tubuh kekerangan akan berpengaruh terhadap konsumsi oksigen, bahwa laju konsumsi oksigen kekerangan adalah proporsional dengan peningkatan berat tubuh dan suhu air. Konsumsi oksigen terutama digunakan untuk respirasi dan metabolisme protein, dan hasil akhir dari metabolisme protein pada kekerangan mayoritas berupa amoniak. Laju kecepatan makan, pertumbuhan, dan konsumsi oksigen sangat penting untuk diketahui dalam kaitannya dengan kepadatan populasi di alam maupun dalam penentuan kepadatan stok kekerangan di dalam suatu area atau wadah budidaya.

Di lokasi-lokasi yang banyak terdapat tambak budidaya udang dan bandeng, umumnya juga banyak ditemukan kerang *Anadara*, terutama kerang darah (Gambar 5). Banyaknya sisa pakan dan sisa metabolisme (feses) dari udang dan bandeng tersebut dimanfaatkan sebagai pakan bagi kerang darah. Selain mendapatkan panen dari udang dan bandeng, petani tambak juga mengambil kerang darah sehingga menjadi keuntungan tambahan bagi para petani tambak (Putri, 2009).

Pemanfaatan

Moluska (keong dan kerang) dikategorikan sebagai biota yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat nelayan secara tradisional sejak berabad-abad yang lampau untuk berbagai keperluan. Pemanfaatan moluska antara lain dagingnya sebagai bahan pangan, dan cangkangnya sebagai bahan kerajinan tangan, farmasi, kosmetika dan lainnya. Daging moluska kaya akan berbagai zat gizi yang biasanya dijadikan diproduksi dalam bentuk segar, hidup, kupas rebus

maupun berbagai bentuk olahan makanan. Walaupun sebagian orang menganggap daging moluska tidak baik untuk kesehatan karena mengandung kolesterol tinggi, namun hasil penelitian menunjukkan daging kerang merupakan bahan yang aman untuk dikonsumsi dan bermanfaat bagi tubuh. Asikin (1982) menjelaskan bahwa kelompok kerang memiliki kandungan protein sebesar 7,062%, lemak sebesar 0,40-2,47%, karbohidrat sebesar 2,36-4,95%, serta memberikan energi sebesar 69-88 kkal/100 gram daging. Hal terpenting yang berkaitan dengan protein adalah kemampuannya untuk dicerna dan diserap tubuh setelah dikonsumsi. Kemampuan tubuh mencerna protein kerang adalah sekitar 85-95%. Hal ini berarti kerang dapat digunakan sebagai sumber protein yang baik bagi semua kelompok usia. Kerang juga kaya vitamin larut lemak (A, D, E, dan K), serta vitamin larut air (B1, B2, B6, B12, dan niasin). Selain itu, kerang merupakan sumber utama mineral yang dibutuhkan tubuh, seperti iodium (I), besi (Fe), seng (Zn), selenium (Se), kalsium (Ca), fosfor (P), kalium (K), flour (F), dan lain-lain.

Gambar 5. Kebiasaan makan kerang *Anadara* di habitatnya (<https://singapore.biodiversity.online>).

Gambar 6. Pemanfaatan kerang *Anadara* oleh masyarakat Kendari, Sulawesi Tenggara.

Masyarakat di beberapa daerah, terutama yang tinggal di pesisir pantai, secara rutin memanfaatkan kerang. Di Jawa Timur, masyarakat Sidoarjo memanfaatkan kerang, baik untuk dikonsumsi, diperdagangkan, maupun sebagai bahan baku pembuatan makanan olahan, krupuk dan petis. Berdasar data Dinas Kelautan dan Perikanan setempat, produksi kerang dan kupang dari tahun ke tahun cenderung meningkat, dimana produksi tahun 2008 masing-masing 9.648 ton dan 562,6 ton (Ambarwati & Trijoko, 2011). Di Sumatra Barat, *Anadara antiquata* telah lama menjadi komoditas yang rutin dipanen dan dikonsumsi oleh masyarakat kota Padang (Nurdin *et al.*, 2006). Penduduk mengambil kerang tersebut langsung dari alam dengan menggunakan sekop, saringan atau langsung dengan tangan. Di Sulawesi Tenggara, *Anadara antiquata* yang oleh masyarakat lokal kota Kendari dikenal sebagai kerang “kappa” sejak lama dimanfaatkan, baik untuk dijual di pasar lokal maupun dikonsumsi sendiri. Hasil

observasi di pasar lokal menunjukkan bahwa dagingnya seharga Rp 10.000–20.000 per kg (Setiawan, 2016; Maani, 2017). Di Banten, permintaan *Anadara granosa* dan *Anadara antiquata* di daerah Teluk Banten terus meningkat, menyebabkan kerang ini menjadi salah satu target utama dalam penangkapan (Prasadi *et al.*, 2016). Hal ini menyebabkan harga relatif lebih tinggi dibandingkan jenis kerang lainnya seperti *Anadara scapha* dan *Barbatia barbata*.

Selain sebagai bahan pangan, karena sifat makannya yang berupa *filter feeder*, kerang *Anadara* sering dimanfaatkan sebagai biofilter zat pencemar. Saat melakukan penyaringan makanan, *Anadara* mampu mengakumulasi logam berat, sehingga sering kali dimanfaatkan sebagai indikator untuk pencemaran logam berat (Putri, 2019). Contoh aplikasinya kerang darah sebagai biofilter limbah pada tambak atau kolam pendederan ikan kerapu macan dalam menurunkan konsentrasi TSS, NH₃, NO₂, dan PO₄. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa semua perlakuan berpengaruh signifikan terhadap penurunan konsentrasi TSS, NH_3 dan PO_4 . Dimana kepadatan kerang 15 ind/0,12m² efektif menurunkan konsentrasi TSS dan kepadatan 35 ind/0,12m² efektif menurunkan konsentrasi NH_3 dan PO_4 (Putri, 2019).

Dalam bidang farmasi, cangkang *Anadara* menjadi salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan. Misalnya pada penelitian manfaat *A. granosa* yang dikombinasikan dengan minyak ikan lemuru terhadap penurunan jumlah osteoklas pada proses *bone repair* (Divilia et al., 2015). Berdasar uji statistik deskriptif terjadi penurunan jumlah osteoklas dengan rata-rata kelompok K- : 2.67 ± 1.033 , P1 : 2.33 ± 0.09 , K+ : 1.5 ± 0.09 , P2 : 0.83 ± 0.54 . Kesimpulannya bahwa kombinasi tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah osteoklas pada proses *bone repair* pada hari ke-7. Contoh pemanfaatan lain dalam bidang farmasi adalah untuk mengetahui aktivitas antioksidan pada *Tegillarca granosa*. Aktivitas antioksidan (peroksidasi lipid, penguraian radikal DPPH, penguraian radikal anion superoksida, pengurangan daya, dan pengujian pengkelat besi) dipelajari pada berbagai tahap selama pemrosesan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel kerang darah memiliki kemampuan efektif sebagai pengurai radikal bebas, agen pereduksi, dan *chelator* besi dalam banyak kasus (Nguyen et al., 2017). Cangkang *A. granosa* juga merupakan bahan yang potensial untuk dikembangkan dalam industri pasta gigi dengan berbagai hasil uji yang bagus, antara lain uji kalsium, TPC (Total Plate Count), pH, karbohidrat, mutu organoleptik (aroma, kekentalan, warna dan busa) (Ahmad, 2017).

Dalam dunia pertanian, cangkang *Anadara granosa* dimanfaatkan sebagai sumber kalsium yang ditambahkan ke dalam pakan ikan lele (Mahary, 2017). Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap pemberian pakan terdapat pada beberapa perlakuan. Selain itu, pupuk organik limbah cangkang *A. granosa* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman sawi, yaitu pada tinggi batang, jumlah daun, lebar daun dan berat basah tanaman (Fazrina & Yursilla, 2019). Cangkang kerang *Anadara* juga sering dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam industri rancang bangun, antara lain pada teknik pembuatan batako (Firdaus, 2017), pembuatan genteng beton (Permadi, 2017).

PENUTUP

Kerang *Anadara* merupakan salah satu marga dalam famili Arcidae yang telah banyak dikenal dan dimanfaatkan oleh masyarakat. Sistematika kerang ini masih sangat dinamis seiring banyaknya variasi antar spesies yang ditemukan dan kesulitan determinasi yang disebabkan kemiripan karakter cangkang atau karena sebagian di antaranya tidak mengacu pada deskripsi awal.

Kerang *Anadara* memiliki sebaran geografis yang relatif luas di daerah tropis dan sub tropis serta dapat hidup di perairan laut dangkal, daerah pasang surut, hutan bakau dan perairan payau. Sebaran kerang ini dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia perairan pada masing-masing lokasi. Teknik budidaya yang didasarkan pada pengetahuan tentang aspek bio-ekologi kerang *Anadara* diperlukan untuk meningkatkan potensi pemanfaatan yang optimal dan menjaga kelestarian di habitatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiati, N. (1999). The chromosomes of *Anadara antiquata* (L.) (Bivalvia: Arcidae) from Central Java, Indonesia. *Ilmu Kelautan*, 15: 136–143.
- Afiati, N. (2007). Gonad maturation of two intertidal blood clams *Anadara granosa* (L.) and *Anadara antiquata* (L.) (Bivalvia: Arcidae) in Central Java. *Journal of Coastal Development*, 10(2): 105–113.
- Ahmad, I. (2017). Pemanfaatan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai bahan abrasif dalam pasta gigi. *Jurnal Galung Tropika*, 6(1): 49–59.
- Alibon, R. D., Gonzales, J. M., Ordoño, A. E., & Madjos, G.G. (2018). Ecophenotypic variation of the common cockle *Anadara maculosa* populations: Implication to microhabitat bio-indication. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(2): 2706–2710.
- Ambarwati, R. & Trijoko. (2011). Kekayaan jenis *Anadara* (Bivalvia: Arcidae) di perairan pantai Sidoarjo. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus*, 4B: 1–7.
- Asikin. (1982). *Kerang Hijau*. PT Penebar Swadaya. Jakarta: 41 pp.
- Atmaja, B. S., Rejeki, S., & Wisnu, R. (2014). Pengaruh padat tebar berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan kerang darah (*Anadara granosa*) yang dibudidayakan di perairan terabrasi desa Kaliwlingi kabupaten Brebes. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4): 207–213.
- Broom, M. J. (1985). *The Biology and Culture of Marine Bivalve Molluscs of the Genus Anadara*. The WorldFish Center, Manila: 37 pp.
- Carpenter, K. E. & Niem, V. H. (1998). *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Volume 1: Seaweeds, Corals, Bivalves and Gastropods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy: 686 pp.
- Dharma, B. (2005). *Recent and Fossil Indonesian Shells*. CochBooks. Hackenheim, Germany: 424 pp.
- Divilia, D., Sari, R. P., & Teguh, P. B. (2015). Efektivitas kombinasi grafting cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dan minyak ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) terhadap penurunan osteoklas pada proses bone repair. *Denta*, 9(1): 20–29.
- Dody, S., Mumpuni, F. S., & Madi, W. (2018). Hubungan panjang–berat, nisbah kelamin dan indeks kematangan gonad kerang darah (*Anadara granosa* Linn. 1758) di perairan Muara Gembong–Bekasi, *Jurnal Mina Sains*, 4(2): 67–75.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta: 257 pp.
- Effendie, M. I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta: 162 pp.
- Fazrina & Yursilla. (2019). Pemanfaatan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea*). *Jesbio*, VIII(2): 25–33.
- Firdaus, T. R. (2017). Pemanfaatan limbah kulit kerang darah dan *sludge* industri kertas sebagai substitusi pasir dan penambahan *Conplast WP 421* dan *Monomer* pada pembuatan batako. *Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3): 39–46.
- Huber, M. (2010). *Compendium of Bivalves*. Conchbooks. Hackenheim, Germany: 901 pp.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. *Statistik Perikanan Tangkap 2011–2012*, Pusat Data Statistik KKP, Jakarta.
- Maani, G. V., Bahtiar, H. L., & Abdulla. (2017). Aspek biologi reproduksi

- kerang bulu (*Anadara antiquata*) di perairan Bungkutoko kota Kendari provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 2(2): 123–133.
- Mahary, A. (2017). Pemanfaatan tepung cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai sumber kalsium pada pakan ikan lele (*Clarias batracchus*). *Acta Aquatica*, 4(2): 63–67.
- Meshram, A. M. & Mohite, S. A. (2016). Morphometric study of blood clam, *Tegillarca rhombea* (Born, 1778). *Journal of Fisheries and Livestock Production*, 4(3): 1–4.
- Mulki, A. B. R., Suryono, C. A., & Suprijanto, J. (2014). Variasi ukuran kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan pesisir kecamatan Genuk kota Semarang. *Journal of Marine Research*, 3(2): 122–131.
- Nguyen, T. T., Choi, Y. J., Rohmah, Z., Jeong, S. B., Hwang, D. J., & Choi, B. D. (2017). Antioxidant activities in processed cockle (*Tegillarca granosa*) from the Yeosu. *Journal of Agriculture and Life Science*, 51(4): 131–138.
- Nurdin, J., Marusin, N., Izmiarti, Asmara, A., Deswandi, R., & Marzuki, J. (2006). Kepadatan populasi dan pertumbuhan kerang darah *Anadara antiquata* L. (Bivalvia: Arcidae) di Teluk Sungai Pisang, kota Padang, Sumatera Barat. *Makasa Sains*, 10(2): 96–101.
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Biologis*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta: 445 pp.
- Permadi, M. A. (2017). Pengaruh substitusi fly ash dan penambahan serbuk cangkang kerang darah pada kualitas genteng beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1): 49–55.
- Prasadi, O., Setyobudiandi, I., Butet, N. A., & Nuryati, S. (2016). Karakteristik morfologi famili Arcidae di perairan yang berbeda (Karangantu dan Labuan, Banten). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 17(1): 29–36.
- Putri, A. D. (2019). *Efektivitas Kepadatan Kerang Darah Anadara granosa (Linnaeus, 1758) sebagai Biofilter Limbah Pendederan Kerapu Macan Ephinephelus fuscoguttatus (Forsskal, 1775)*. Skripsi Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung: 36 pp.
- Ramli, M. F. S., Hasan, F. R. A., & Ramachandran, P. (2014). Cockle (*Anadara granosa*) tolerance to ammonia exposed to varioun concentrations. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 8(6): 43–47.
- Ratchatapattanukul, N., Kazuya, W., Yuki, O., & Yasuyuki, K. (2017). Living under the state and storms: The history of blood cockle aquaculture in Bandon Bay, Thailand. *Southeast Asian Studies*, 6(1): 3–30.
- Riniatsih, I. & Kushartono, E. W. (2010). Substrat dasar dan parameter oseanografi sebagai penentu keberadaan gastropoda dan bivalvia di pantai Sluke kabupaten Rembang. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 14(1): 50–59.
- Savitri, E. D., Afifah, W., Pursetyo, K. T., Boneka, F., & Eradiaty, F. (2015). *Perikanan Kekerangan–Panduan Penangkapan dan Penanganan*. WWF Indonesia, Jakarta: 32 pp.
- Setiawan, A., Bahtiar, & Nurgayah, W. (2016). Pola pertumbuhan dan rasio bobot daging kerang bulu (*Anadara antiquata*) di perairan Bungkutoko kota Kendari. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 1(2): 115–129.
- Setyono, D. E. D. (2004). Prospek Usaha Budidaya Kekerangan di Indonesia. *Oseana*, 27(1): 33–38.
- Stern-Piriot, A. & Wolff, M. (2006). Population dynamics and fisheries potential of *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) along the Pacific

- coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 54(1): 87–100.
- Sudrajat, A. (2008). *Budidaya 23 Komoditas Laut Menguntungkan Cetakan 1*. Penebar Swadaya. Jakarta: 172 pp.
- Widyastuti, A. (2011). Analisis fekunditas dan diameter telur kerang darah (*Anadara antiquata*) di perairan Pulau Auki, Kepulauan Padaido, Biak, Papua. *Jurnal Biologi Indonesia*, 7(1): 147–155.
- Yurimoto, T., Kassim, F. M., Fuseya R., & Man, A. (2014a). Sexual maturation of the blood cockle, *Anadara granosa*, in Matang mangrove estuary, Peninsular Malaysia. *International Journal of Aquatic Biology*, 2(3): 115–123.
- Yurimoto, T., Kassim, F. M., Fuseya R., & Man, A. (2014b). Mass mortality event of the blood cockle, *Anadara granosa*, in aquaculture ground along Selangor coast, Peninsular Malaysia. *International Aquatic Research*, 6(4): 177–186.
- <http://www.marinespecies.org>, diakses tanggal 17 September 2020.
- <http://www.educationally.narod.ru/freshwaterlife2photoalbum.html>, diakses tanggal 19 September 2020.