

**Siput Laut Gonggong (Gastropoda, Strombidae) dan Perkembangan Penelitian  
Tentanginya: Review Diversitas Spesies, Resiko Ekologi dan Kesehatan Pangan dari  
Bioakumulasi Logam.**

*Gonggong Sea Snails (Gastropods, Strombidae) and Research on Them: A Review of Species  
Diversity, Ecological Risks and Food Health from Metal Bioaccumulation*

Ramses<sup>1\*</sup>, dan Fauziah Syamsi<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau Kepulauan, Batam, Indonesia.

\*Correspondent email: ramses.firdaus@gmail.com

Received: 11 May 2024 | Accepted: 25 Juli 2024 | Published: 30 July 2024

**Abstrak.** Pentingnya biota moluska (gastropoda) bagi kehidupan manusia sudah dimulai sejak masa lampau. Beberapa spesies memiliki distribusi terbatas dan dinyatakan langka. Di Indonesia khususnya di Provinsi Kepulauan Riau siput gonggong merupakan salah satu seafood favorit. Sampai saat ini, pemanfaatan siput laut gonggong masih tinggi dan masih tergantung pada pasokan dari alam, namun penelitian tentang siput laut ini masih sangat terbatas. Kajian ini didasarkan pada data sekunder untuk mengevaluasi perkembangan penelitian sehubungan dengan siput gonggong, dan mengeksplorasi kesenjangan penelitian. Kami menelusuri artikel ilmiah yang diterbitkan selama 20 tahun terakhir menggunakan sejumlah database ilmiah. Diversitas siput gonggong di berbagai perairan belum dijelaskan secara tuntas, menggunakan teknik identifikasi yang memadai. Mengenali diversitas siput gonggong secara baik dan akurat penting dalam memilah-milah spesies untuk tujuan pengelolaan berkelanjutan dan kepentingan konservasi keanekaragaman hayati di masa depan. Disamping itu, perlu juga memastikan asal usul perairan tempat tinggal gonggong dan tingkat konsentrasi logam berat untuk memastikan kesehatan pangan. Dalam aspek pengelolaan berkelanjutan, menentukan mekanisme yang mengatur distribusi dan kelimpahan adalah sangat penting untuk pengelolaan spesies ini.

**Kata Kunci:** Gastropoda, Siput Laut, Makanan Vaforit, Resiko Kesehatan Makanan.

**Abstrac.** The importance of the mollusk (gastropod) biota in human life began in the past. Some species have limited distribution and are expressed in a stepwise manner. In Indonesia, especially in the Riau Islands Province, gonggong snails are a popular seafood. To date, the use of gonggong sea snails is still high and still depends on supplies from nature. However, research on sea snails has been limited. This study is based on secondary data to evaluate research developments related to barking snails and explore research gaps. We searched a number of scientific databases for scientific articles published over the last 20 years. In Indonesia, the diversity of the gonggong snails has not been completely explained using adequate identification techniques. Recognizing the diversity of gonggong snails well and accurately is important for sorting species for sustainable management and biodiversity conservation in the future. In addition, it is also necessary to determine the origin of the waters where gonggongs live and the concentration level of heavy metals to ensure food health. In terms of sustainable management of the gonggong fishery, determining the mechanisms that regulate the distribution and abundance of this species is very important.

**Keywords:** Gastropods, Sea Snails, Favorite Food, Food Health Risk

## PENDAHULUAN

Biota siput laut gonggong merupakan keanekaragaman hayati indonesia yang keberadaannya sangat terbatas. Siput laut gonggong merupakan hewan purba (Latiolais *et al.*, 2006) dan pangan berkhasiat (Abbott, 1960; Viruly, 2011; Naung, 2018), kajian ilmiah mengenai biota gonggong masih sangat terbatas. Keterbatasan kajian mengenai spesies gonggong ini diduga dikarenakan sebaran hidupnya dibelahan bumi juga sangat terbatas (Viruly, 2019).

Pentingnya biota moluska bagi kehidupan manusia sudah dimulai sejak masa lampau. Hal ini terungkap dalam beberapa laporan peneliti tentang studi Archaeozoologi (Ktalav &

Borowski, 2010; Will et al. 2016). Selanjutnya Hood & Melsaether, (2016); Voultziadou et al (2019) mengungkap sejarah awal eksploitasi dan konsumsi moluska di daerah pesisir Mediterania sudah dimulai semenjak zaman Yunani kuno. Eksploitasi biota moluska dimanfaatkan untuk konsumsi dan pengobatan orang-orang Yunani kuno, termasuk spesies bivalvia dan gastropoda yang sama yang dikonsumsi saat ini di wilayah pesisir Laut Tengah.

Di Indonesia, laporan yang menunjukkan distribusi geografis biota ini juga sangat terbatas. Di perairan provinsi Kepulauan Riau gonggong sebut-sebut sebagai biota endemic yang banyak hidup di perairan Pulau Bintan (Viruly, 2011; 2019); Lingga (BPP PSPL-UNRI, 2010) dan perairan Batam (Ramses, 2018). Di perairan Indonesia lainnya siput gonggong juga dilaporkan keberadaannya di perairan Kepulauan Bangka Belitung (Dody, 2011; Siddik, 2011; Rasyid & Dody, 2018), yang masih satu garis geografis dengan perairan Propinsi Kepulauan Riau. Selain di perairan Indonesia, siput gonggong juga dilaporkan keberadaannya di perairan Selat Johor-Malaysia (Corb, 2008; Said et al. 2013), perairan pesisir Myanmar (Naung, 2018), pesisir Khanh Hoa-Vietnam (Dai et al., 2018), dan pesisir Andaman-Thailand (Suppapan & Supmee, 2016). Baru-baru ini siput gonggong terdeteksi keberadaannya di perairan lepas pantai pulau Penghu-Taiwan (Lee et al. 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya mengkonfirmasi siput gonggong dari perairan Bintan merupakan spesies *Strombus turturella* (*Laevistrombus turturella*) Viruly, (2019); Viruly et al. (2019a); Muzahar (2019) sama dengan yang di laporkan Dody, (2011); Rasyid & Dody, (2018) di perairan Bangka Belitung. Siput gonggong di perairan lepas pantai pulau Penghu Taiwan juga diidentifikasi sebagai *Laevistrombus turturella* (Lee et al. 2021). Penelitian lainnya di Indonesia menyebutkan siput gonggong sebagai spesies *Strombus canarium*. Sedangkan Corb, (2008); Cob et al. (2012); Said et al. (2013); Suppapan and Supmee, (2016); Naung, (2018); Dai et al. (2018) melaporkan spesies gonggong sebagai *Strombus canarium*. Sementara Hassan et al. (2019) menyebut siput gonggong sebagai *Laevistrombus turturella*.

Khususnya di Kepulauan Riau Indonesia, keanekaragaman hayati siput gonggong telah dieksploitasi sejak lama untuk tujuan konsumsi dan komersil, disajikan sebagai makanan yang digemari masyarakat lokal, wisatawan domestik dan mancanegara. Siput gonggong juga merupakan sumber makanan populer dengan nilai komersial tinggi di bagian Selatan Semenanjung Malaysia (Sabri et al. 2014). Dilaporkan *Strombus canarium* merupakan produk perikanan komersial penting di Thailand Selatan (Suppapan & Supmee, 2016). Memiliki kandungan unsur nutrisi yang tinggi (Rasyid & Dody, 2018), merupakan spesies yang penting secara ekonomi dengan nilai pasar yang tinggi karena permintaan untuk spesies yang dapat dimakan ini meningkat sebagai produk makanan laut (Lee et al. 2021), khususnya di kawasan Asia Tenggara (Hassan et al. 2019). Jauh sebelumnya, dikatakan bahwa genus *Strombus* adalah salah satu kerang yang penting secara ekonomi dan juga dapat digunakan sebagai makanan manusia yang terdapat di seluruh daerah tropis dan subtropis (Abbott, 1960).

Pengalaman empiris masyarakat Kepulauan Riau membuktikan bahwa gonggong mengandung zat-zat yang berkhasiat untuk penambah nafsu makan dan meningkatkan vitalitas. Masyarakat meyakini bahwa gonggong rebus mengandung protein tinggi, rendah lemak dengan rasa daging yang enak dan lezat (Viruly, 2011). Selanjutnya, siput gonggong disebut berpotensi sebagai pangan fungsional dan obat-obatan, dibutuhkan pemurnian dan penyaringan sebagai peptida antimikroba (Viruly et al. 2019b). Sementara pasokan siput gonggong semata-mata masih bergantung pada penangkapan di alam. Penurunan dramatis populasi *S. canarium* yang

disebabkan oleh eksploitasi berlebihan diperlukan strategi pengelolaan berkelanjutan yang efektif (Suppapan & Supmee, 2016). Selain itu, tekanan terhadap lingkungan dan habitat siput gonggong semakin meningkat seiring dengan terdegradasinya ekosistem lamun sebagai habitat dan menurunnya kualitas lingkungan pesisir akibat aktivitas antropogenik (Ramses et al. 2019).



**Gambar 1.** Siput Gonggong: gastropoda laut asal perairan Batam, Indonesia

Ekologi *Strombus canarium* masih kurang dipahami dan faktor-faktor yang mempengaruhi preferensi habitat tetap mereka sebagian besar tidak dapat dijelaskan, hal ini disebabkan masih minimnya penelitian terhadap spesies ini (Cob et al. 2012). Siput gonggong hidup pada daerah intertidal, hidup pada substrat lumpur-berpasir yang memiliki vegetasi lamun (Ramses et al. 2018). Preferensi terhadap mikrohabitat tertentu dalam padang lamun berhubungan dengan makan, dan interaksi intra-spesifik di antara individu (Cob et al., 2012). Keberadaan lamun di habitat siput gonggong cukup penting karena menyangkut ketersediaan pasokan makanan yang berasal dari hancuran daun lamun (serasah) maupun sebagai tempat berlindung bagi anakan siput gonggong (Dody, 2011). Di habitat aslinya, juvenil dijumpai di lokasi yang spesifik, yang dicirikan oleh kawasan rumput laut *Halophila* yang berkepadatan rendah ke kepadatan sederhana, mempunyai nilai “*sorting coefficient*” sedimen yang tinggi, dan rata-rata size butiran sedimen yang rendah (Cob 2008; Cob et al. 2009a; Cob et al. 2010).

Perubahan lingkungan dan pencemaran perairan juga menjadi isu penting dalam penelitian siput gonggong dan populasinya. Salah satu pencemar yang berpotensi menurunkan dan merusak daya dukung lingkungan adalah logam berat. Peningkatan kadar logam berat pada air laut akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk proses metabolisme berubah menjadi racun bagi organisme laut (Amin, 2002). Terkait dengan biota bentik, terjadinya akumulasi logam di jaringannya karena banyak logam memiliki kemampuan untuk membentuk kompleksitas dengan zat organik (Jonathan et al. 2017; Nascimento et al. 2016; Qiu, 2015; Zhang et al. 2016). Sementara Syakti et al. (2015) mengatakan konsentrasi Cr, Ni, dan Zn yang ditemukan di sedimen dapat menyebabkan efek merugikan terjadi pada organisme yang lebih luas dan dapat berkontribusi pada efek berbahaya yang lebih serius. Oleh karenanya kami menduga keberadaan logam berat dalam jaringan otot siput gonggong sebagai bahan pangan akan berimplikasi pada kesehatan manusia.

Kajian ini didasarkan pada data sekunder untuk mengevaluasi perkembangan penelitian siput gonggong, dan mengeksplorasi kesenjangan penelitian dalam kurun waktu 20 tahun terakhir sehubungan dengan keragaman spesies dan resiko ekologi dan kesehatan pangan terkait pencemaran lingkungan oleh logam berat.

## LITERATURE SEARCH

Pencarian literatur untuk review ini dilakukan menggunakan sejumlah database ilmiah mengikuti cara Makwinja & Geremew, (2020), seperti Repisitory Universitas (master thesis dan disertasi), ScienceDirect, ResearchGate, Google Scholar, SemanticScholar, SINTA/ Science and Techtology Index, Web of Science, SciELO, LibGen, PubMed, Science-Hub, Scopus, CrossRef, EcoPapers dan lain-lain. Kami menelusuri dan memprioritaskan artikel ilmiah yang diterbitkan selama 20 tahun terakhir yang berkaitan dengan siput gonggong. Kami menggunakan kata kunci seperti Dog Conch, Siput Gonggong, *Strombus canarium*, *Strombus turturella*, *Laevistrombus turturella*. Laporan dan sumber publikasi yang meragukan kami kesampingkan.

### Penelitian Siput Gonggong dalam 20 tahun terakhir

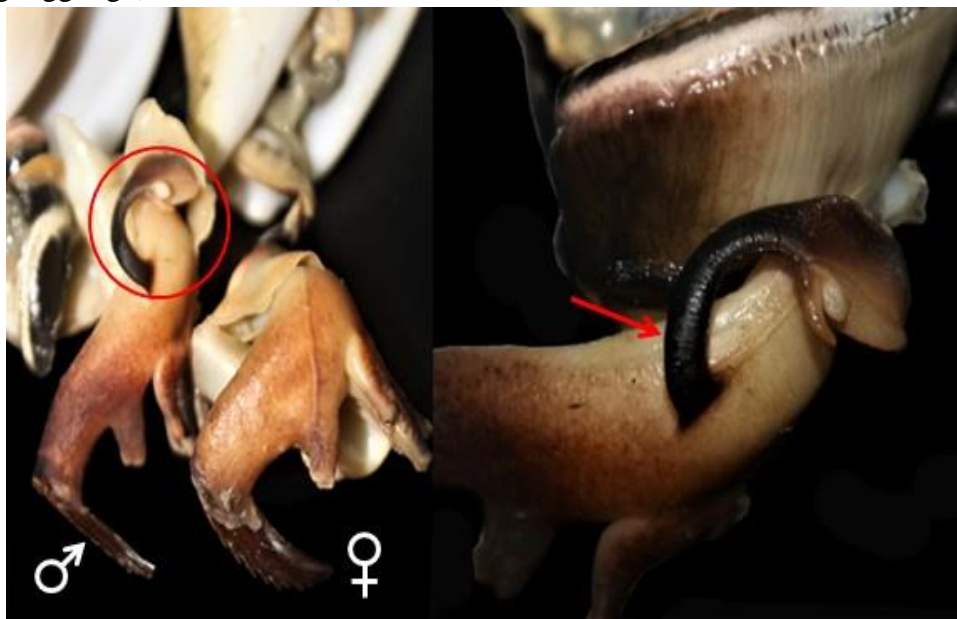
Tercatat penelitian secara mendalam tentang spesies siput gonggong telah dilaporkan (Muzahar, 2019; Viruly, 2019) dan Cob, (2008). Dalam disertasinya Muzahar (2019) menguji perbandingan fenotipe dan karakterisasi profil genotipe siput gonggong (*Laevistrombus sp.*) asal Madong-Tanjungpinang sebagai dasar pemilihan spesies budidaya, mengvaluasi pemberian hormon  $17\beta$ -Estradiol terhadap perkembangan gonad siput gonggong (*Laevistrombus turturella*) betina yang dipelihara dalam pens culture, penyediaan induk dan evaluasi pemijahan siput gonggong (*L. turturella*) secara semibuatan dengan induksi hormon LHRH-a dan Antidopamin, dan mengevaluasi paparan suhu air yang berbeda terhadap perkembangan embrio dan larva siput gonggong (*Laevistrombus turturella*).

Viruly (2011) meneliti tentang pemanfaatan siput laut gonggong (*Strombus canarium*) menjadi *seasoning* alami. Penelitian terbaru yang dilaporkan oleh Viruly (2019) mengkaji tentang karakterisasi peptida antimikroba (AMPs) dari siput laut gonggong (*Strombus sp.*) asal Pulau Bintan Kepulauan Riau. Cakupan penelitian ini adalah identifikasi spesies siput gonggong dari morfologi dan DNA Histon H3 berdasarkan cangkang tebal dan cangkang tipis; profil protein gonggong Bintan dan pengujian aktivitas antimikroba serta karakterisasi peptida antimikroba (AMPs). Penelitian ini mengkonfirmasi jenis gonggong yang berasal dari Bintan sebagai spesies yang berbeda melalui pendekatan morfologi dan genetik dengan menggunakan gen parsial histon H3 dari sampel siput gonggong yang bercangkang tebal dan tipis. Dari hasil kajian siput gonggong Bintan di konfirmasi sebagai spesies *Leavistrombus/ Strombus turturella* (Viruly et al. 2019a). Sama halnya dengan Muzahar (2019) mengatakan bahwa, dari delapan karakter morfometrik dan meristik siput gonggong, karakter notch/takik pada pelebaran posterior bibir cangkang, dan penebalan bibir luar cangkang pada pelebaran lateral ditemukan adanya perbedaan antara siput gonggong Madong-Tanjungpinang dengan siput gonggong *Strombus canarium*. Selanjutnya dikatakan morfologi siput gonggong Madong-Tanjungpinang menunjukkan kesamaan dengan ciri-ciri pada spesies *Laevistrombus turturella*. Analisis pohon filogenetik sekuens gen histon H3 yang dipadukan dengan morfologi cangkang dalam proses identifikasi menunjukkan bahwa siput gonggong di perairan Madong-Tanjungpinang adalah spesies *Laevistrombus turturella*. Identifikasi secara morfologi menurut Cob et al. (2008a) gonggong termasuk spesies *Strombus canarium*, tetapi menurut Dharma (2005) dan Dody (2012) termasuk spesies *Leavistrombus turturella*.

Hasil penelitian Viruly et al. (2019a) juga menunjukkan bahwa jenis kelamin pada siput gonggong bukan ditentukan oleh ukuran cangkang tetapi berdasarkan keberadaan penis yaitu alat kelamin jantan pada gonggong dan jika tidak terdapat penis maka merupakan gonggong



betina. Sementara menurut pendapat Cob et al. (2008a) bahwa jenis kelamin gonggong ditentukan berdasarkan ukuran cangkang. Siput gonggong bercangkang tebal dikenal sebagai gonggong jantan dan bercangkang tipis sebagai gonggong betina. Temuan lainnya menunjukkan bahwa dimorfisme seksual terjadi pada tahap sangat awal dalam sejarah hidup *S. canarium* Cob et al. (2008b). Morfologi gonggong sangat dipengaruhi juga oleh makanannya terutama kondisi habitat yang mengandung substrat dengan kandungan protein tinggi (kandungan zooplankton dan hewan-hewan kecil) yang hidup dalam lumpur berpasir, sehingga berkontribusi terhadap fenotipe siput gonggong, terutama morfologi cangkang gonggong dan panjang cangkang gonggong (Cob et al. 2010).



Gambar 2. Ciri Pembeda Jenis kelamin Jantan (♂) dan Betina (♀) pada Gonggong

Perbedaan jenis protein pada jaringan daging menyebabkan perbedaan dalam morfologi gonggong (Nam et al. 2015; Cob et al. 2009a; Duval et al. 2009). Respon metamorfosis larva gonggong juga dipengaruhi oleh sedimen dan substrat detrital yang terdapat pada habitat alaminya (Cob et al. 2010). Perbedaan sistematik luar antar individu yang berbeda jenis kelamin dalam spesies yang sama pada hewan gonggong dikatakan sangat jelas. Cob et al. (2008b) melaporkan parameter morfometri dari *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 meliputi panjang cangkang, panjang lingkaran tubuh, lebar cangkang, kedalaman cangkang, ketebalan bibir cangkang, panjang *aperture*, bobot hewan dan berat cangkang. Perbandingan antara jantan dan betina normal menunjukkan bahwa yang pertama memiliki cangkang yang jauh lebih besar, lebih berat, dan lebih memanjang daripada yang terakhir. Gonggong jantan juga memiliki bibir yang secara signifikan lebih tebal dengan tingkat pelepasan bibir posterior dan lateral yang lebih tinggi. Secara anatomi penanda kuat pembeda jenis kelamin jantan dan betina pada genus *Strombus* adalah adanya tonjolan penis (Brito-Manzano and Aranda, 2004; Cob et al. 2009b; Cob et al. 2011; Dody, 2012; Enriquez-Diaz et al. 2014; Susiana et al. 2019). Selanjutnya Delgado et al. (2004); Tiley et al. (2019) memperkuat hasil ini dengan pemeriksaan histologi.

Dody (2011) melaporkan habitat gonggong merupakan hamparan tumbuhan lamun jenis *Thalassia hemprichii*. Keberadaan lamun di habitat siput gonggong cukup penting karena

menyangkut ketersediaan pasokan makanan yang berasal dari hancuran daun lamun (serasah) maupun sebagai tempat berlindung bagi anakan siput gonggong. Selanjutnya Cob et al. (2012) menjelaskan ekologi *Strombus canarium* masih kurang dipahami dan faktor-faktor yang mempengaruhi preferensi habitat mereka tetap sebagian besar tidak dapat dijelaskan, hal ini disebabkan masih minimnya penelitian terhadap spesies ini. Kehidupan siput gonggong sangat terkait dengan keberadaan ekosistem lamun, namun distribusi dan preferensi tertentu dalam habitat yang tetap tidak banyak diketahui. Menentukan mekanisme yang mengatur distribusi dan kelimpahan adalah sangat penting untuk pengelolaan spesies. Populasi hadir dalam koloni lokal yang terdiri dari kelompok usia campuran. Populasi juga menunjukkan variasi kelimpahan musiman yang sangat berbeda di mana kepadatan yang lebih tinggi secara signifikan tercatat selama musim hujan (musim timur laut). Kepadatan yang lebih rendah selama musim kemarau, dapat dikaitkan dengan bermigrasinya Keong dewasa ke daerah yang lebih dalam (Cob et al. 2014). Penelitian lainnya berhubungan dengan fase kematangan telur dilaporkan oleh (Dody, 2012). Populasi dewasa hadir dalam kelompok-kelompok koloni, dan kelimpahannya sangat dipengaruhi oleh musim. Berdasar kepada Indeks Gonadosomatik (GSI), disamping ciri-ciri biologi, ekologi, dan aspek tingkah laku, diduga pola pembiakan yang juga sangat di pengaruhi oleh musim, dari bulan November hingga Maret (Cob, 2008).

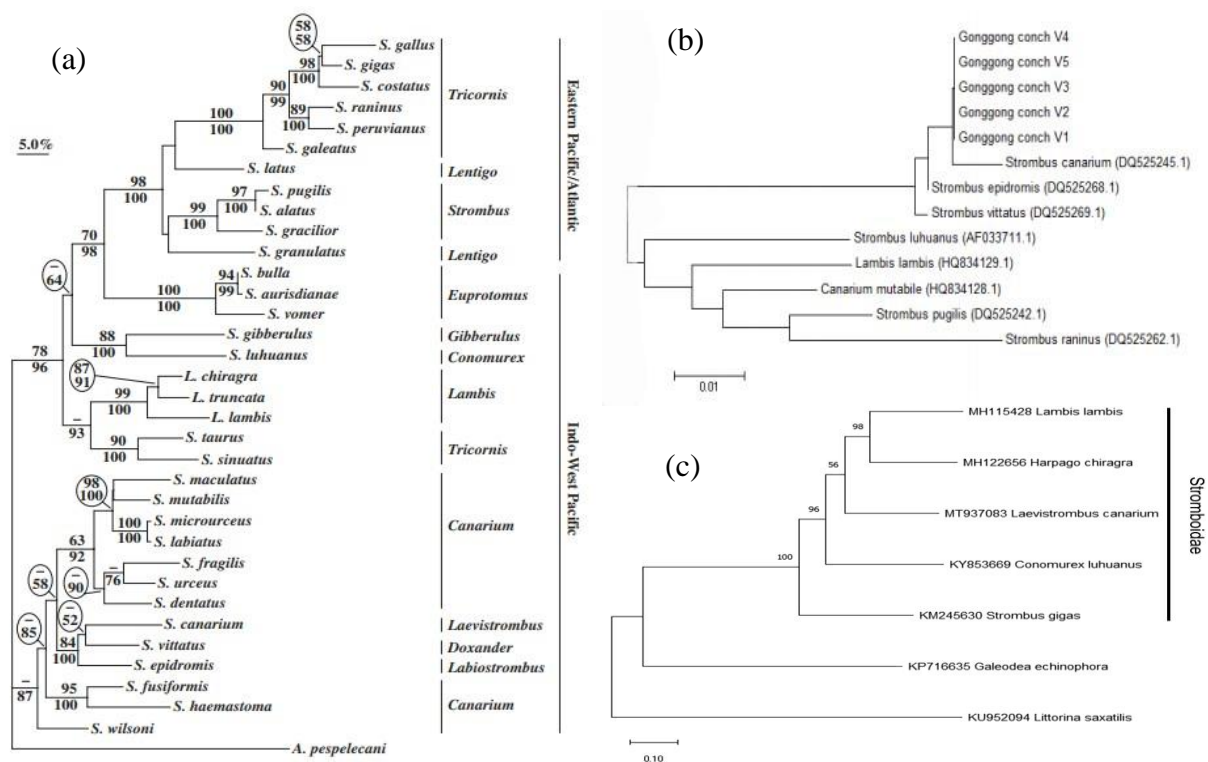
## **RESEARCH GAPS AND CHALLENGES**

### ***Taxonomi dan diversitas siput gonggong***

Genus *Strombus* adalah kelompok meso-gastropoda tropis di seluruh dunia, yang termasuk ke dalam keluarga Strombidae. Genus ini berasal selama Miosen awal atau mungkin Eosen, dan menjadi mapan di seluruh lautan hangat dunia. Ini berkembang selama Pliosen dan Pleistosen awal di wilayah Asia Tenggara, tetapi sejak itu mengalami penurunan spesies secara bertahap, sampai tidak ada sekarang yang bertahan hidup di Mediterania, hanya satu di Afrika Barat, tujuh di wilayah Karibia dan empat di Panamic, wilayah di sisi Pasifik Amerika Tengah. Enam puluh ras yang hidup terdapat di Indo-Pasifik di mana tiga puluh delapan di antaranya dapat dianggap sebagai spesies lengkap (Abbott, 1959).

*Strombus canarium* disebut sebagai spesies yang tersebar di perairan India Selatan ke Australia dan Melanesia, dan utara ke Jepang. *S. canarium* dianggap sama dengan *S. Isabella* (Lamarck) dan *S. turturella* (Roding, 1798). Spesies ini terkenal biasanya melimpah di mana pun ia berada. Ini bukan spesies perairan berkarang, melainkan berasosiasi dengan pulau-pulau besar dan pantai kontinental di mana terdapat lumpur berpasir. Cangkangnya yang tebal dan halus berwarna kecoklatan, bukaannya yang putih mulus, dan bibir luarnya yang tebal dan bersayap adalah karakter yang membedakannya. Spesies ini sangat sering bervariasi dalam ukuran, bentuk dan pola warna. Ada dua bentuk warna yang dapat muncul pada individu yang sama pada tahap pertumbuhan yang berbeda, satu dari jaringan garis-garis terang atau coklat tua, yang lainnya berupa sapuan warna kuning-coklat muda (atau jarang gelap). Bentuk warna terakhir ini lebih umum pada spesimen yang lebih besar. Bentuk jaringnya yang khas; fase warna polos berupa turturella (roding) dan isabella (lamarck). Puncak cangkang juga dapat bervariasi, beberapa tinggi dan dengan pinggiran yang lebih bersudut, yang lain pendek dan lebih datar. Meskipun beberapa penulis menganggap bentuk di atas sebagai spesies terpisah (Abbott, 1959).

Dari kerumitan penciri pembeda antar spesies secara morfologi dari genus *Strombus* ini, [Latiolais et al. \(2006\)](#) mengusulkan sebuah Kladogram (pohon keturunan) yang mencoba menunjukkan hubungan filogenetik dari 34 spesies di dalam keluarga Strombidae. Para penulis menganalisis 31 spesies dalam genus *Strombus* (termasuk *Strombus canarium*) dan tiga spesies pada genus Lambis. Kladogram didasarkan pada urutan DNA histone H3 dan gen gen pengkode sitokrom-c oksidase I mitokondria. Dalam filonia *Strombus* yang diusulkan ini, *Strombus vittatus* (sinonim untuk *Doxander vittatus*) dan *Strombus epidromis* (*Labiostrombus epidromis*) terkait erat, dan tampaknya memiliki nenek moyang yang sama. Posisi filogenetik beberapa spesies tampak tidak stabil. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan jumlah nukleotida yang sedikit, sehingga meminimalkan variasi genetik antara setiap spesimen dan spesies ([Chee and Nor, 2014](#)).



**Gambar 3.** Pohon Filogenetik: (a) Hubungan Spesies *Strombus* ([Latiolais et al. 2006](#)); (b) Sekuen histon H3 lima varian (V1-V5) siput gonggong Madong-Tanjungpinang sebagai spesies *Laevistrombus turturella* ([Muzahar, 2019](#)), (c). Pohon filogenetik kemungkinan maksimum dibangun oleh 13 PCG dalam genom mitokondria dari *Laevistrombus canarium* dan empat spesies Stromboidae lainnya ([Lee, 2021](#)).

Secara ekologis, setiap spesies memiliki relung ekologi yang khas. Meskipun secara umum perairan berlumpur dan bervegetasi lamun banyak disebut sebagai habitat utama siput gonggong, namun kenyataannya pada beberapa perairan seperti perairan Kota Batam, siput ini juga banyak ditemukan pada perairan berpasir. Dari pengalaman empiris masyarakat nelayan gonggong, mengatakan terdapat dua jenis siput gonggong yaitu gonggong lumpur dan gonggong pasir dan memiliki perbedaan ukuran, dimana gonggong lumpur memiliki warna dada merah dan lebih besar dari gonggong pasir. Hal ini menimbulkan kerancuan informasi terhadap preferensi habitat siput gonggong. Apakah siput gonggong yang ditemukan hidup di perairan bervegetasi lamun dengan substrat lumpur dan bersubtrat berpasir adalah spesies yang sama? Keraguan terhadap

spesies dari genus *Strombus* ini juga telah diuji melalui analisis DNA Histon H3 berdasarkan tebal dan tipis cangkang siput gonggong yang ada di perairan Bintan dan perairan Madong-Tanjungpinang Kepulauan Riau (Viruly et al. 2019a; Viruly, 2019; Muzahar, 2019). Namun laporan tersebut juga masih menyisakan pertanyaan terhadap kesamaan takson pada spesies perairan lainnya.

Dalam studi ilmiah yang melibatkan takson, penting untuk memiliki identifikasi yang akurat dan benar dari takson tersebut (Fontanilla et al. 2014). Pengetahuan tentang identifikasi sumberdaya ikan (termasuk jenis gastropoda) secara tepat sangat penting untuk pengelolaan perikanan yang berkelanjutan (Fadli et al. 2020). Lebih lanjut Fadli et al. (2020) mengatakan tidak mungkin mengembangkan strategi pengelolaan dan konservasi yang efektif merencanakan tanpa mengetahui spesies apa yang terlibat. Identifikasi spesies yang tidak akurat pasti akan mempengaruhi keakuratan persediaan. Ini memiliki implikasi yang parah pada kemampuan untuk secara berkelanjutan mengelola spesies yang sangat dieksploitasi ketika dikumpulkan dengan spesies yang tidak terancam. Dengan demikian, tingginya proporsi kesalahan identifikasi dalam statistik hasil tangkapan dapat menyebabkan konsekuensi ekonomi yang cukup besar.

Metode taksonomi molekuler telah banyak digunakan untuk melengkapi pendekatan morfologi dalam identifikasi spesies dan dalam membangun hubungan filogenetik (Galan et al. 2018). Teknik DNA barcode dalam penentuan spesies telah menjadi andalan sejak diperkenalkan untuk taksonomi molekuler berdasarkan gen sitokrom c oksidase subunit I (COI) (Hebert et al. 2003a). DNA barcode adalah teknik identifikasi baru dengan pendekatan molekuler (Pramono et al. 2017), merupakan teknik untuk mengkarakterisasi spesies suatu organisme menggunakan sekuen pendek dari bagian DNA mitokondria (DNA yang berasal dari mitokondria) (Sulandari et al. 2013).

DNA barcoding merupakan metode yang efisien untuk identifikasi tingkat spesies (Sun et al. 2012), tepat dan akurat (Fontanilla et al. 2014; Galan et al. 2018; Fadli et al. 2020), memiliki aplikasi yang luas, termasuk identifikasi individu pada tahap perkembangan yang berbeda (Hubert et al. 2010), spesies yang memiliki karakter morfologi serupa (Bingpeng et al. 2018; Ran et al. 2020), forensik makanan (Madduppa et al. 2020), spesies samar dan penemuan spesies baru (Lim et al. 2016; Farhana et al. 2018; Ran et al. 2020). Teknik ini telah digunakan dalam identifikasi spesies ikan laut secara global (Sembiring et al. 2015; Prehadi et al. 2015; Jefri et al. 2015; Madduppa et al. 2016; Yulianto et al. 2020; Fadli et al. 2020), juga untuk spesies dari kelompok gastropoda (Smith et al. 2011; Appeltans et al. 2012; Sun et al. 2012; Ma´rquez et al. 2014; Chee dan Nor, 2014; Fontanilla et al. 2014; Borges et al. 2016; Galan et al. 2018; Leatemia et al. 2018; Setiamarga et al. 2019).

Gastropoda adalah salah satu kelas invertebrata laut yang paling banyak dipelajari. Sebagian besar spesies telah dibatasi hanya berdasarkan morfologi. Penerapan kode batang DNA terbukti sangat berguna untuk membantu mengidentifikasi spesies (Borges et al. 2016). Jumlah gastropoda laut yang dideskripsikan diperkirakan antara 32.000 dan 40.000 spesies, walaupun persentase ini mungkin hanya mewakili antara 23 dan 32% dari total perkiraan jumlah gastropoda laut (Appeltans et al. 2012). Keragaman ini, ditambah dengan alasan sejarah, telah menjadikan Gastropoda salah satu kelompok hewan yang paling banyak dipelajari (Smith et al. 2011). Identifikasi yang hanya berdasarkan karakter morfologi sangat rentan terhadap kesalahan identifikasi karena adanya persamaan bentuk dan warna. Meskipun molusca merupakan diversitas terbesar dari spesies laut, studi mengenai struktur genetik dan filogenetik dari



organisme laut masih jarang (Tindi et al. 2017). Hal ini juga terjadi pada keluarga Gastropoda laut khususnya spesies biota siput laut gonggong yang ada di perairan Indonesia. Sejalan dengan itu, Ran et al. (2020) berpendapat bahwa metode morfologi tradisional perlu digabungkan dengan barcode DNA untuk klasifikasi dan identifikasi. Keterancaman spesies dari kelompok Strombidae sudah terjadi dibelahan dunia. Laporan Ma´rquez et al. (2014) menyebutkan kelangkaan spesies gastropoda laut *Strombus gigas* karena penangkapan berlebihan dan pemulihan populasi alami yang berkurang. Kurangnya pengetahuan genom spesies gastropoda ini membatasi penggunaan rangkaian mitokondria dan nuklir polimorfik untuk pelestariannya. Sejalan dengan itu, pengelolaan berkelanjutan perlu didasarkan pada informasi rinci tentang ciri-ciri genetic (Suppan & Supmee, 2016). Menurut Setiamarga et al. (2019) DNA barcode dapat menjadi referensi untuk pemantauan lingkungan dan keanekaragaman hayati berbasis DNA di masa depan, selain menyediakan urutan data untuk studi sistematika masa depan pada kelompok gastropoda.

### Logam Berat pada Siput Gonggong dan Kesehatan Pangan

Aktivitas antropogenik sekarang ini secara langsung maupun tidak langsung, menjadi penyebab utama perubahan keanekaragaman hayati laut termasuk biota moluska siput gonggong. Aktivitas manusia yang mempengaruhi keanekaragaman hayati menjadi isu kritis yang berkaitan dengan lingkungan telah lama di gaungkan (National Research Council (U.S.), 1995). Dampak antropogenik terhadap pencemaran lingkungan dapat menyebabkan bahaya kehidupan laut dan risiko kesehatan bagi manusia, terutama karena konsentrasi tinggi logam berat pada sumber makanan laut yang berharga (Youssef et al. 2017). Limbah kimia seperti logam berat dalam ekosistem air laut dari input kegiatan antropogenik seperti limbah industri, limpasan perkotaan, aktivitas domestik, lainnya, merupakan masalah serius bagi ekosistem perairan (Azis et al. 2015).

Kontaminasi logam berat menjadi masalah utama di sistem pesisir (Syakti et al., 2015), Beberapa logam berat yang sering mencemari air adalah merkuri, Cu, Pb, Zn, Sn, dan As (Ashraf et al. 2012), termasuk juga logam Cd (Sarong et al. 2013). Kehadiran logam berat Arsenik, Kadmium, Tembaga, Timbal, Nikel dan Seng lebih tinggi disumbang oleh faktor antropogenik daripada bersumber dari alam (Potters, 2013). Penjelasan tentang ancaman logam berat terhadap bahan pangan dari biota laut sudah banyak dilaporkan dari berbagai perairan. Sarong et al. (2015) melaporkan bahwa konsentrasi logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), dan seng (Zn) pada otot tiram (*Crassoscrea sp.*) dari daerah muara Sungai Lamnyong, Kota Banda Aceh telah melampaui batas maksimum organisme akuatik dan tidak aman untuk dikonsumsi. Konsentrasi logam berat Cd, Cu, Pb, Zn dan Hg dibagian lunak krustasea dan cumi-cumi yang diteliti relatif lebih tinggi dibandingkan dengan jaringan otot pada spesies ikan yang diperiksa (Younis et al. 2015). Akumulasi Pb dan Cu tertinggi oleh siput gonggong *Strombus canarium* dan Cd dan Zn tertinggi oleh kerang darah *Anadara sp.* (Arifin, 2011).

Amelia et al. (2019) melaporkan faktor biokonsentrasi (BCF) logam berat kadmium (Cd), timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada spesies *Anadara sp.*, *Perna viridis* dan *Crassostrea gigas*, air dan sedimen. Biokonsentrasi logam dalam medium air secara berturut-turut teramati bahwa  $Pb > Cu > Cd$ , dengan kategori BCF Pb dan Cu tergolong tinggi, serta Cd tidak terdeteksi. Sedangkan

untuk spesies *Anadara* sp. dalam medium sedimen diperoleh biokonsentrasi logam berat Cu > Cd > Pb dengan kategori BCF rendah untuk semua logam. Selanjutnya, untuk spesies *Perna Viridis* dan *Crassostrea gigas* diperoleh biokonsentrasi logam Cd > Pb > Cu, dengan kategori BCF-nya juga tergolong rendah.

Telah dilaporkan bahwa konsentrasi logam berat Pb dalam siput *Strombus canarium* lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi Pb pada sedimen dasar dan kecenderungan ini terjadi pada seluruh stasiun pengamatan. Konsentrasi logam berat Pb pada siput *S. Canarium* melebihi konsentrasi Pb di dalam sedimen. Perbedaan konsentrasi tersebut diduga karena adanya penyerapan dan akumulasi logam berat yang terjadi pada siput terutama melalui kebiasaan makannya yang memanfaatkan bahan organik di dasar perairan. Pengakumulasian logam ini erat pula kaitannya dengan jenis logamnya dan mekanisme detoksifikasi, karena logam berat Pb merupakan logam non-essensial dan bersifat racun sehingga tidak dapat digunakan dalam proses metabolisme sehingga menumpuk dalam jaringan tubuh organisme. Terdapat hubungan yang positif antara kandungan logam berat didalam sedimen dengan kandungan logam berat dalam siput *S. canarium* (Nasution & Siska, 2011). Selanjutnya konsentrasi logam berat Pb pada siput gonggong sebesar 0,427 mg/kg perairan Desa Malang Rapat dan 0,71 mg/kg di perairan desa Tanjung Siambang, Kepulauan Riau (Askara et al. 2020). Sedangkan Anam et al. (2019) menyebut kandungan logam Pb pada *Strombus* sp telah melewati baku mutu yang dipersyaratkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI 7387 : 2009) tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan yaitu 1,00 mg/kg, sedangkan rata-rata konsentrasi logam Pb pada *Strombus* sp sebesar 1.427 mg/kg. Laporan lainnya menunjukkan logam berat pada jaringan biota siput gonggong *Srtombus canarium* dimana konsentrasi Cu tinggi pada jaringan lunak dan air laut, Cd menunjukkan korelasi yang lebih kuat dibandingkan logam lainnya. Meski demikian, semua konsentrasi logam dalam *S. canarium* masih dalam batas yang diizinkan yang direkomendasikan oleh Food and Agriculture Organization (FAO) and World Health Organization (WHO) (Said et al. 2013).

Pada perairan Teluk Kelabat, Bangka Belitung dilaporkan konsentrasi logam berat yang diuji berada di bawah batas yang diizinkan Organisasi Pertanian Pangan / Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan Badan Standardisasi Nasional Indonesia. Kandungan nutrisi gastropoda laut *L. turturella* sesuai untuk makanan manusia (Rasyid & Dody, 2018). Konsentrasi Pb di perairan dan konsentrasi di jaringan lunak *S. canarium* dari Teluk Sengat dan Mersing, Johor-Malaysia, ditemukan melebihi standar minimum negara setempat, juga melebihi batas yang diizinkan yang direkomendasikan oleh Food and Agriculture Organization (FAO) (0,5 mg / kg berat basah) dan World Health Organization (WHO) (0,2 mg / kg berat basah) (Sabri et al., 2014). Gastropoda (*Strombus canarium*) dari perairan Batam dilaporkan memiliki konsentrasi logam berat Pb, Cu and Zn tertinggi dibandingkan kerang *Anadara granosa* dari perairan Bagansiapiapi, Asahan dan Karimun, dengan batas toleransi konsumsi maksimum (Provisional Tolerable Weekly Intake/PTWI) *S. canarium* asal Batam sebesar 1.302 dan 3.092 kg/minggu dengan asumsi 70kg berat badan (Amin et al. 2012), meskipun perairan batam dilaporkan tidak dalam tercemar berat (tercemar sedang) (Ramses et al. 2020).

Beberapa penelitian telah melaporkan rincian tentang beberapa logam berat dan mekanisme toksisitasnya, bersama dengan efek kesehatannya, dan risiko lingkungan dari pencemaran logam berat di ekosistem perairan (Jaishankar et al. 2014; Sheykhi & Moore, 2016; Liu et al. 2019). Studi yang lebih rinci dalam ekotoksikologi dapat memperkuat data yang

tersedia untuk merancang program pemantauan yang lebih baik dan penilaian risiko ekologi serta tindakan mitigasi untuk perbaikan lingkungan (Syakti et al. 2015). Organisme akuatik cenderung mengambil logam dari lingkungan langsungnya (Núñez-Nogueira et al. 2012; Wang et al. 2013). Logam-logam ini cenderung tidak diekskresikan dan dengan demikian dapat diteruskan ke rantai makanan ke organisme tingkat tinggi, termasuk manusia (Soto-Jiménez et al. 2011). Terkait dengan hal itu, kandungan logam dalam bagian tubuh biota dipengaruhi umur, ukuran tubuh (Al-Yousuf et al. 2000), kebiasaan makan biota (Watanabe et al. 2003), spesies dan jenis biota (Abdallah 2008), serta, karakteristik perairan (Askara et al. 2020). Polusi logam memiliki efek merusak pada keseimbangan dan kepadatan organisme air serta keanekaragaman organisme tersebut (Belal, 2019).

Dilaporkan aktivitas antropogenik memberikan pengaruh kuat terhadap kualitas lingkungan akuatik dan keanekaragaman makroinvertebrata benthik (Custodio et al. 2018). Variabilitas lingkungan merupakan faktor pembatas utama untuk kelimpahan dan penyebaran fauna benthik. Penggabungan stresor alam dan antropogenik yang dikombinasikan dengan kurangnya pengaturan mengakibatkan ancaman saat ini terhadap sebagian besar keanekaragaman hayati laut pesisir serta masyarakat manusia pesisir, terutama di daerah berpenduduk padat (Badawi & El-Menhawey, 2016). Sedimen merupakan lokasi utama penumpukan logam di lingkungan dan merupakan sumber utama kontaminasi di kolom air akibat resuspensi dan proses penjebaran yang terkait dengan salinitas atau pelarutan logam melalui proses biotik / abiotik (Hidayati et al. 2020). Konsentrasi logam yang tinggi terakumulasi oleh sumberdaya laut yang dapat dimakan, yang memengaruhi kesehatan manusia, terutama pada Gastropoda. Untuk melindungi kesehatan masyarakat dari potensi risiko kesehatan dari paparan kronis, pemantauan logam beracun dan polutan lainnya dalam sumberdaya penangkapan biota gastropoda untuk konsumsi manusia harus dipertahankan dari waktu ke waktu oleh otoritas local (Primosta et al. 2017).

Berdasarkan penjelasan pada dua bagian diatas, penting untuk memastikan spesies siput gonggong pada berbagai perairan secara akurat untuk tujuan pengelolaan dan konservasi keanekaragaman hayati laut di masa depan. Tekanan terhadap lingkungan perairan yang dahsyat akibat berbagai aktifitas antropogenik dan system pengelolaan yang buruk akan mempercepat terjadinya kelangkaan bahkan lebih buruk lagi kearah kepunahan.

Dilain sisi, pesatnya pertumbuhan pembangunan pada sektor lainnya di kawasan pesisir, secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dampak yang serius terhadap kualitas lingkungan. Penurunan kualitas lingkungan ini juga diduga kuat telah berdampak pada bioekologi dan populasi siput gonggong, berkurangnya keragaman spesies dan genetik serta telah mengancam kesehatan manusia terutama akibat pencemaran logam berat. Terkait hal ini, akumulasi logam beracun dalam rantai makanan manusia diakui secara global sebagai risiko kesehatan masyarakat, itu disebabkan logam berat tidak hilang dalam proses biologis hewan akuatik, sebaliknya meningkatkan efek kumulatifnya di berbagai kompartemen ekosistem (Oumar et al. 2018), karena kemampuan logam berat untuk bertahan di lingkungan (Ju et al. 2017). Logam berat juga beracun pada konsentrasi tinggi (Jaishankar et al. 2014; Syakti et al. 2015; fakianakis et al. 2015) dan dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia (Fakhri et al. 2018; Garcia-Hernandez et al. 2018; Zhang et al. 2018), mengingat siput gonggong

menjadikan detritus, partikel pasir dan diatome sebagai makanan utamanya (Husna et al. 2017). Konsentrasi logam berat berkaitan dengan ukuran butir sedimen, kandungan bahan organik, jarak dan lokasi lokasi pengambilan sampel dari sumber polusi (Youssef et al. 2020), sedangkan toksisitas logam tergantung pada dosis yang diserap, jalur pemaparan, dan durasi pemaparan (Jaishankar et al. 2014) itulah sebabnya keterpaparan harus dievaluasi (Hidayati et al. 2020).

Konsep perikanan berkelanjutan muncul dari kesadaran lingkungan para stakeholder. Pengelolaan berkelanjutan sejatinya adalah upaya memadukan tujuan sosial, ekonomi dan ekologi, mengingat siput gonggong sebagai sumber pangan potensial yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat. Pengelolaan sumberdaya perikanan berkelanjutan dikembangkan karena kecemasan akan makin merosotnya kemampuan lingkungan perairan untuk menyangga ketersediaan siput gonggong di alam, sehingga populasi dan produksi siput gonggong tidak menurun dan adanya keterjaminan ketersediaan dari waktu ke waktu. Meskipun sumberdaya siput gonggong dapat diperbaharui, dan sudah adanya penelitian kearah budidaya (uji coba di laboratorium) (Dai et al. 2018; Muzahar, 2019; Hassan et al. 2019), bukan berarti sumberdaya ini dapat dimanfaatkan tanpa batas. Atas situasi ini, Supratman & Syamsudin (2019) merekomendasikan pengelolaan berkelanjutan dapat dilakukan dengan mengatur waktu penangkapan dan membuat perlindungan pada individu reproduksi dewasa siput gonggong.

## KESIMPULAN

Di Indonesia diversitas siput gonggong belum banyak dijelaskan secara tuntas, oleh karenanya sangat perlu menggunakan teknik identifikasi yang memadai. Mengenali diversitas siput gonggong secara baik dan akurat penting dalam memilah-milah spesies untuk tujuan pengelolaan berkelanjutan dan kepentingan konservasi keanekaragaman hayati di masa depan. Disamping itu, perlu juga memastikan asal usul perairan tempat tinggal gonggong dan tingkat konsentrasi logam berat untuk memastikan kesehatan pangan. Dalam aspek pengelolaan menentukan mekanisme yang mengatur distribusi dan kelimpahan adalah sangat penting untuk pengelolaan spesies.

## REFERENCES

- Abbott, R.T. 1959. Indo-Pacific Mollusca: Monographs of the Marine Mollusks of the Tropica Western Pacific and Indian Oceans. 1959. The Department of Mollusks Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. pp.230
- Abbott RT. 1960. The genus Strombus in the Indo–Pacific. *IndoPacific Mollusca*, 1(2):133–146.
- Abdallah, M.A.M. 2008. Biomonitoring Study of Heavy Metals in Biota and Sediment in the South Eastern Coast of Mediterranean Sea, Egypts. *Environ Monit Assess.*, 146 (1-3): 139-145. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-0066-8>
- Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S. & Al-Ghais, S.M. 2000. Trace Metals in Liver, Skin and Muscle of Lethrinus lanjam Fish Species in Relation to Body Length and Sex. *Science of The Total Environment*, 256 (2-3): 87-94. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00363-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00363-0)
- Amelia, F., Ismarti, Ramses, Rozirwan. 2019. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pada Kerang Dari Perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia. *EduChemia*, 4(2): 152-163. <http://dx.doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5529.g4561>



- Amin, B., 2002. Distribusi Logam Berat Pb, Cu dan Zn di Perairan Telaga Tujuh Karimun Kepulauan Riau. *Jurnal Natur Indonesia*, 5 (1): 9 – 16.
- Amin, B., Nurrachmi, I., Zulkifli & Abdi, S.J. 2012. Heavy Metals In Edible Intertidal Molluscs From The Middle East Coast Of Sumatera In Regard Of Its Distribution And Safe Human Consumption. Proceedings of the International Semina: Industrialization of Fisheries and Marine Resources, FAPERIKA, Universitas Riau-Pekanbaru, Indonesia, December 2012. p.188-196.
- Anam, K., Idris, F., dan Syakti, A.D. 2019. Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Siput Gonggong (*Strombus* sp) di Perairan Kecamatan Bukit Bestari. *Buana Sains*, 19(1) : 37 – 46
- Appeltans, W., Ahyong, S.T., Anderson, G., Angel, M.V., Artois, T., Bailly, N., Bamber, R., ..... Wilson, S. P., and Costello, M.J. 2012. The Magnitude of Global Marine Species Diversity. *Current Biology*, 22(23): 2189–2202. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.09.036>
- Ashraf, M. A., Maah, M. J., and Yusoff, I. 2012. Bioaccumulation of heavy metals in fish species collected from former tin mining catchment. *International Journal of Environmental Research*, 6(1): 209–218.
- Askara, A.B., Idris, F., Putra, R.D., & Nugraha, A.H. 2020. Metal Content of Lead in *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 (Gastropod: Strombidae) in Malang Rapat and Tanjung Siambang, Riau. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3): 299-304
- Arifin, Z. 2011. Konsentrasi Logam Berat di Air, Sedimen dan Biota di Teluk Kelabat, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(1): 104-114.
- Azis, M. Y., Gandasmita, S., and Syakti, A. D. 2015. Heavy Metals (Ni, Cu, Zn and Cd) Content In Serum Of Rat Fed Green Mussels (*Perna viridis*). *Omni Akuatika*, 11(2): 1–5. <https://doi.org/10.7897/2277-4343.04323>.
- Badawi, A. & El-Menhawey, W. 2016. Tolerance of benthic foraminifera to anthropogenic stressors from three sites of the Egyptian coasts. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*. 42(1): 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2015.09.002>
- Belal, A.A.M. 2019. Macro-benthic invertebrates as a bio-indicator for water and sediment quality in Suez Bay, Red Sea. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45 (2): 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2019.03.003>
- Bingpeng X, Heshan L, Zhilan Z, Chunguang W, Yanguo W, Jianjun W. 2018. DNA barcoding for identification of fish species in the Taiwan Strait. PLOS ONE 13:e0198109. Doi. 10.1371/journal.pone.0198109.
- BPP-PSPL-UNRI, 2010. *Studi Distribusi Dan Eksploitas Siput Gonggong di Lokasi Coremap-II Kabupaten Lingga*. Universitas Riau, Pekanbaru
- Borges, L.M.S., Hollatz, C., Lobo, J., Cunha, A.M., Vilela, A.P., Calado, G., Coelho, R., Costa, A.C., Maria S.G. Ferreira, M.S.G., Costa, M.H., and Costa, F.O. 2016. With a little help from DNA barcoding: investigating the diversity of Gastropoda from the Portuguese coast. *Scientific Reports*, 6:20226. <https://doi.org/10.1038/srep20226>
- Brito-Manzano, N. and Aranda, D.A. 2004. Development, growth and survival of the larvae of queen conch *Strombus gigas* under laboratory conditions. *Aquaculture*, 242 (1–4): 479–487. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.06.035>

- Chee, S.Y., and Moch-Nor, S.A. 2014. DNA barcoding reveals neritid diversity (Mollusca: Gastropoda) diversity in Malaysian waters. *Mitochondrial DNA Part A*, 27(3): 2282-2284. <https://doi.org/10.3109/19401736.2014.987237>
- Custodio, M., Chanamé, F., Pizarro, S. & Cruz, D. 2018. Quality of the aquatic environment and diversity of benthic macroinvertebrates of high Andean wetlands of the Junín region, Peru. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(3): 195-202. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2018.08.004>
- Cob, Z.C. 2008. Biology and Ecology of Dog Conch (*Strombus canarium* Linnaeus, 1758) (Gastropoda: Strombidae) from Merambong Shoal, Johor Straits, Malaysia. [PhD Thesis], Universiti Putra Malaysia. 377pp
- Cob, Z. C., Arshad, A., Bujang, J. S., & Ghaffar, M. A. 2008a. Sexual Maturity and Sex Determination in *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 (Gastropoda : Strombidae). *Journal of Biological Sciences*, 8(3): 616–621.
- Cob, Z.C., Arshad, A., Idris H.M., Bujang, J.S., Ghaffar, M.A. 2008b. Sexsual polymorphism in a population of *Strombus canarium* Linnaeus 1758 (Mollusca: Gastropoda) at Merambong Shoal, Malaysia. *J Zoo Studies*, 47(3): 318-325.
- Cob, Z.C., Arshad, A., Bujang, J.S., Ghaffar, M.A., Wan-Muda, W.L. 2009a. Development and growth of larvae of the Dog Conch, *Strombus canarium* (Mollusca: Gastropoda), in the laboratory. *J Zoo Studies*, 48(1): 1-11.
- Cob, Z.C., A. Arshad, J.S. Bujang, and M.A. Ghaffar, 2009b. Seasonal variation in growth and survival of *Strombus canarium* (Linnaeus, 1758) larvae. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12(9):676–682. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2009.676.682>
- Cob, Z.C., Arshad, A., Bujang J.S., Ghaffar, M.A. 2010. Metamorphosis induction of the Dog Conch *Strombus canarium* (Gastropoda: Strombidae) using cues associated with conch nursery habitat. *J Appl Sci.* 10(8): 628-635.
- Cob, Z.C., Arshad, A., Bujang, J.S., and Ghaffar, M.A. 2011. Description and evaluation of imposex in *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 (Gastropoda, Strombidae): A potential bio-indicator of tributyltin pollution. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178 (1–4): 393–400. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1698-7>
- Cob, Z. C., Arshad, A., Bujang, J. S., Bakar, Y., Simon, K. D., and Mazlan, A. G. 2012. Habitat preference and usage of *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 Gastropoda: Strombidae) in Malaysian seagrass beds. *Italian Journal of Zoology*, 79(3): 459–467.
- Cob, ZC., Arshad, A., Bujang, JS., & Ghaffar, MA. 2014. Spatial and Temporal Variations in *Strombus canarium* (Gastropoda: Strombidae) Abundance at Merambong Seagrass Bed, Malaysia. *Sains Malaysiana* 43(4): 503–511
- Dai, V.T., Manh, N.V. & Hung, L.V. 2018. Effect of feed and salinity on growth and survival of *Strombus canarium* (Linnaeus, 1758) in Khanh Hoa. *Số chuyên đề: Thủy sản*, 54(1): 59-64. Doi.10.22144 / ctu.jsi.2018.006
- Dharma, B. 2005. Recent and fossil Indonesian shell. Conch Books, Germany, 424 hal.
- Delgado, G.A., Bartels, C.T., Glazer, R.A., Brown-Peterson, N.J. & McCarthy, K.J. 2004. Translocation as a strategy to rehabilitate the queen conch (*Strombus gigas*) population in the Florida Keys. *Fishery Bulletin*, 102(2): 278–288.

- Dody, S. 2011. Pola Sebaran, Kondisi Habitat dan Pemanfaatan Siput Gonggong (*Strombus turturella*) Di Kepulauan Bangka Belitung. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 37(2): 339–353.
- Dody, S. 2012. Pemijahan dan perkembangan larva siput gonggong (*Strombus turturella*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1): 107–113.
- Duval, E., Zatylny, C., Laurencin, M., Baudy-Floc'h, M., Henry, J. 2009. KKKKPLFGLFFGLF: A cationic peptide designed to exert antibacterial activity. *J Peptides*. 30:1608-1612.
- Enriquez-Diaz, M.R., Volland, J.M., Chavez-Villegas, J.F., Aldana-Aranda, D., & Gros, O. 2014. Development of the planktotrophic veligers and plantigrades of *Strombus pugilis* (Gastropoda). *Journal of Molluscan Studies*, 81(3): 335–344. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyv011>
- Fadli, N., Mohd-Nor, S.A., Othman, A.S., Sofyan, H., and Muchlisin, Z.A. 2020. DNA barcoding of commercially important reef fishes in Weh Island, Aceh, Indonesia. *PeerJ*, 8:e9641. <https://doi.org/10.7717/peerj.9641>
- Fakhri, Y., Mohseni-Bandpei A., Conti G.O., Ferrante M., Cristaldi A., Jeihooni AK., Dehkordi M.K., Alinejad A., Rasoulzadeh H., Mohseni SM., Sarkhosh, M, Keramati H, Moradi, B., Amanidaz, N., & Baninameh, Z. 2018. Systematic review and health risk assessment of arsenic and lead in the fished shrimps from the Persian gulf. *Food Chem Toxicol* 113:278–286
- Farhana, S.N., Muchlisin, Z.A., Duong, T.Y., Tanyaros, S., Page, L.M., Zhao, Y., Adamson, E.A.S., Khaironizam, M.Z., de-Bruyn M., Moch-Nor, S.A. 2018. Exploring hidden diversity in Southeast Asia's Dermogenys spp. (Beloniformes: Zenarchopteridae) through DNA barcoding. *Scientific Reports*, 8:10787. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29049-7>
- Fontanilla, K.I., Torres, A.F., Cañasa, J.A.D.G., Yap, S.L., and Ong, P.S. 2014. State of animal DNA barcoding in the Philippines: A review of COI sequencing of the Philippine native fauna. *Philippine Science Letters*, 4(1): 104-137.
- Galan, G. L., Mendez, N.P., and Delacruz, R.Y. 2018. DNA Barcoding Of Three Selected Gastropod Species Using Cytochrome Oxidase (COI) Gene. *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 21(1): 93-102 93.
- Garcia-Hernandez, J., Ortega-Velez, MI., Contreras-Paniagua, AD., Aguilera-Marquez D., Leyva-Garcia G., & Torre, J. 2018. Mercury concentrations in seafood and the associated risk in women with high fish consumption from coastal villages of Sonora, Mexico. *Food Chem Toxicol*, 120:367–377
- Hassan, W.N.H.W., Amin, N.M.S., Ghaffar, M.A. & Cob, Z.C. 2019. Effects Of Temperature On Food Consumption Of Juveniles Dog Conch, *Laevistrombus canarium* (Linnaeus, 1758) In Laboratory Condition. *Journal of Sustainability Science and Management*, 14 (1): 1-10.
- Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L., de Waard, J. R. 2003a. Biological identification through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society of London. Series B, *Biological Science*, 270: 313-322.
- Hidayati, N. V., Prudent, P., Asia, L., Vassalo, L., Torre, F., Widowati, I., Agus Sabdono, A., Syakti, A.D., & Doumenq, P. 2020. Assessment of the ecological and human health risks from metals in shrimp aquaculture environments in Central Java, Indonesia.

- Environmental Science and Pollution Research*, 27: 41668–41687.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-09967-8>
- Hood, B. C., and Melsæther, S. G. 2016. Shellfish exploitation in Stone Age Arctic Norway: procurement patterns and household activities. *Acta Borealia*, 33(1): 1–29.  
<https://doi.org/10.1080/08003831.2016.1154673>
- Hubert, N., Delrieu-Trottin, E., Irisson, J-O., Meyer, C., and Planes, S. 2010. Identifying coral reef fish larvae through DNA barcoding: a test case with the families Acanthuridae and Holocentridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55:1195–1203. Doi. 10.1016/j.ympev.2010.02.023.
- Husna, W.N.W.H., Mazlan, A.G. & Cob, Z.C. 2017. Ontogenetic changes in feeding and food preferences of the dog conch *Laevistrombus canarium* Linnaeus 1758 (Mollusca: Gastropoda) from Merambong shoal, Malaysia. *Chin. J. Ocean. Limnol.* 35, 1230–1238.  
<https://doi.org/10.1007/s00343-017-6105-6>
- Jefri, E., Zamani, N.P., Subhan, B., and Madduppa, H.H. 2015. Molecular phylogeny inferred from mitochondrial DNA of the grouper *Epinephelus* spp. in Indonesia collected from local fish market. *Biodiversitas*, 16 (2): 254-263. Doi: 10.13057/biodiv/d160221
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B.B., Beeregowda. K.N. 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip Toxicol.* 7(2): 60–72.
- Jonathan, MP., Munoz-Sevilla, NP., Gongora-Gomez, A.M., Varela, R.G.L., Sujitha SB., Escobedo-Urias, DC., Rodriguez-Espinosa, PF., & Villegas, L.E.C. 2017. Bioaccumulation of trace metals in farmed pacific oysters *Crassostrea gigas* from SW Gulf of California coast, Mexico. *Chemosphere*, 187:311–319
- Ju, YR., Chen CW., Chen CF., Chuang XY., & Dong, C.D. 2017. Assessment of heavy metals in aquaculture fishes collected from Environ Sci Pollut Ressouthwest coast of Taiwan and human consumption risk. *Int Biodeterior Biodegradation*, 124:314–325
- Ktalav, I., and Borowski, O. 2010. Molluscs from Iron Age Tel Halif. *Tel Aviv: Journal of the Institute of Archaeology of Tel Aviv University*, 37(1993): 126–135.  
<https://doi.org/10.1179/033443510x12632070179342>
- Latiolais, J.M., Taylor, M.S., Roy, K., and Hellberg, M.E. 2006. A molecular phylogenetic analysis of strombid gastropod morphological diversity. *J Molecular Phylogen and Evol.* 41: 436–444.
- Leatemia, S. P.O., Manumpil, A.W., Saleky, D., dan Dailami, M. 2018. DNA Barcode dan Molekuler Filogeni Turbo sp. di Perairan Manokwari Papua Barat DNA Barcode and Molecular Filogeni of Turbo sp. in Manokwari Waters West Papua. hal. 103-114. *.Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIPA Ke 3*, Swissbell Hotel, Manokwari, 9 Agustus 2018.
- Lee, H.T., Liao, C.H., Huang, C.W., Chang, YC., and Hsu, TH. 2021. The complete mitochondrial genome of *Laevistrombus canarium* (Gastropoda: Stromboidae). *Mitochondrial DNA Part B*, 6(2): 591–592. <https://doi.org/10.1080/23802359.2021.1875920>
- Lim, H.C., Muclisin, Z.A., Pulungan, C.P., de-Bruyn, M., Mohd-Nor, S. A. 2016. DNA barcoding reveals high cryptic diversity of the freshwater halfbeak Genus *Hemirhamphodon* from Sundaland. *Plos One*, 11:e0163596 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163596>



- Liu, Q., Xu, X., Zeng, J., Shi, X., Liao, Y., Du, P., Tang, Y., Huang, W., Chen, Q., & Shou, L. 2019. Heavy metal concentrations in commercial marine organisms from Xiangshan Bay, China, and the potential health risks. *Marine Pollution Bulletin*, 141: 215-226. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.02.058>
- Madduppa, H., Ayuningtyas, R.U., Subhan, B., Arafat, D., dan Prehadi. 2016. Exploited but unevaluated: DNA Barcoding reveals skates and stingrays (Chordata, Chondrichthyes) species landed in the Indonesian fish market. *Ilmu Kelautan*, 21(1): 29-36. Doi: [10.14710/ik.ijms.21.1.29-36](https://doi.org/10.14710/ik.ijms.21.1.29-36)
- Madduppa H, Sani LMI, Mursawal A. 2020. eModul DNA Barcoding for Beginners online course. Laboratorium Biodiversitas dan Biosistemika Kelautan IPB, dan Oceanogen Laboklinikum Bogor. 125pp.
- Ma´rquez, E.J., Castro, E.R., and Alzate, J.F. 2014. Mitochondrial genome of the endangered marine gastropod *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda). *Mitochondrial DNA Part A*, 27(2): 1516-1517. <https://doi.org/10.3109/19401736.2014.953118>
- Makwinja, R. & Geremew, A. 2020. Roles and requirements of trace elements in tilapia nutrition: Review. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 46(3): 281-287. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.05.001>
- Muzahar. 2019. Fisiologi Reproduksi pada Pematangan Gonad dan Pemijahan Siput Gonggong (*Laevistrombus turturella*) dari Tanjungpinang di Wadah Budidaya. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 79p
- Nam, B.H., Seo J.K, Lee M.J., Kim Y.O., Kim D.G., An C.M., and Park N.G. 2015. Functional Analysis of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*)  $\beta$ -thymosin: Focus on antimicrobial activity. *J Fish and Shellfish Immun.* 45: 167-174.
- Nasution, S., dan Siska, M. 2011. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb ) pada Sedimen dan Siput *Strombus canarium* di Perairan Pantai Pulau Bintan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5 (2): 83-93.
- Nascimento, J.R., Bidone E.D., Rolão-Araripe D., & Keunecke K.A, SabadiniSantos E. 2016. Trace metal distribution in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) tissues from a Brazilian coastal area. *Environ Earth Sci*, 75:990
- National Research Council (U.S.). 1995. *Understanding Marine Biodiversity*. Washington, DC: The National Academi Press. <https://doi.org/10.17226/4923>
- Naung.N.O. 2018. Distribution of the genus *Strombus* Linnaeus 1758 (Gastropoda: Strombidae) in some coastal areas of Myanmar. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 7(5): 258–263. Doi. [10.15406/jamb.2018.07.00217](https://doi.org/10.15406/jamb.2018.07.00217)
- Núñez-Nogueira G, Fernández-Bringas L, Ordiano-Flores A, GómezPonce A, De León-Hill CP, González-Farías F .2012. Accumulation and regulation effects from the metal mixture of Zn, Pb, and Cd in the tropical shrimp *Penaeus vannamei*. *Biol Trace Elem Res*, 150:208–213
- Oumar, D.A., Flibert, G., Tidjani, A., Rirabe, N., Patcha, M., Bakary, T., Ousman, A.H., Yves, T., and Aly, S. 2018. Risks Assessments of Heavy Metals Bioaccumulation in Water and *Tilapia nilotica* Fish from Maguite Island of Fitri Lake. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 26(2): 1-9. DOI: [10.9734/CJAST/2018/39384](https://doi.org/10.9734/CJAST/2018/39384)

- Potters, G. 2013. *Marine Pollution* (1st editio). Antwerp: <https://www.arma.org.au/wp-content/uploads/2017/03/marine-pollution.pdf>.
- Pramono, T.B., Arfiati, D., Maheno S., Widodo, M.S., and Yanuhar, U. 2017. Identifikasi Ikan Genus *Mystus* dengan Pendekatan Genetik. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1 (2): 123-131.
- Prehadi, Sembiring, A., Kurniasih, E.M., Rahmad, dondy Arafat, D., Subhan, B., and Madduppa, H.H. 2015. DNA barcoding and phylogenetic reconstruction of shark species landed in Muncar fisheries landing site in comparison with Southern Java fishing port. *Biodiversitas*, 16 (1): 55-61. Doi: [10.13057/biodiv/d160107](https://doi.org/10.13057/biodiv/d160107)
- Primosta, M.A., Gilb, M.N and Bigatti, G. 2017. High bioaccumulation of cadmium and other metals in Patagonian edible gastropods. *Marine Biology Research*, 13:7, 774-781 <https://doi.org/10.1080/17451000.2017.1296163>
- Qiu Y-W. 2015. Bioaccumulation of heavy metals both in wild and mariculture food chains in Daya Bay, South China. *Estuar Coast Shelf Sci*, 163:7-14
- Ramses, Syamsi, F., dan Notowinarto. 2018. Karakteristik morfometrik, pola sebaran, kepadatan dan kondisi lingkungan Siput Gonggong (*Strombus canarium* Linnaeus, 1758) di perairan Kota Batam. *Simbiosis* (2): 95- 108
- Ramses, Syamsi, F., and Notowinarto, 2019. Length-Weight Relationship, Growth Patterns and Sex Ratio of Dog Conch (*Strombus canarium* Linnaeus, 1758) in the Waters of Kota Batam. *Omni-Akuatika*, 15 (1): 19-29
- Ramses, Ismarti, Amelia F., Rozirwan, Suheryanto. 2020. Diversity and abundance of polychaetes in the west coast waters of Batam Island, Kepulauan Riau Province-Indonesia. *AAFL Bioflux*, 13(1): 381-391
- Ran, K., Li, Q., Qi, L., Li, W., and Kong, L. 2020. Molecular identification of Cerithiidae (Mollusca: Gastropod) in Hainan island, China. *Mitochondrial DNA Part A*, 31(2): 57-63. Doi: [10.1080/24701394.2020.1726898](https://doi.org/10.1080/24701394.2020.1726898)
- Rasyid A., & Dody, S. 2018. Evaluation of the nutritional value and heavy metal content of the dried marine gastropod *Laevistrombus turturella*. *AAFL Bioflux*, 11(6):1799-1806.
- Sabri, S., Said, M.I.M & Azman, S. 2014. Lead (Pb) and Zinc (Zn) Concentrations In Marine Gastropod *Strombus Canarium* In Johor Coastal Areas. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 18 (1): 37 – 42.
- Said, M.I.M., Sabri, S., Azman, S. & Muda, K. 2013. Arsenic, Cadmium and Copper in Gastropod *Strombus canarium* in Western Part of Johor Straits. *World Applied Sciences Journal*, 23 (6): 734-739. Doi. [10.5829/idosi.wasj.2013.23.06.2740](https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.23.06.2740)
- Sarong, M. A., Mawardi, A. L., Adlim, M., and Muchlisin, Z. A. 2013. Cadmium concentration in three species of freshwater fishes from Keuretoe River, Northern Aceh, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 6(5): 486-491.
- Sarong, M. A., Jihan, C., Muchlisin, Z. A., Fadli, N., and Sugianto. 2015. Cadmium, lead and zinc contamination on the oyster *Crassostrea gigas* muscle harvested from the estuary of Lamnyong River, Banda Aceh City, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 8(1): 1-6.
- Setiamarga, D.H.E., Nakaji, N., Iwamoto, S., Teruya, S., and Sasaki, T. 2019. DNA Barcoding Study Of Shelled Gastropods In The Intertidal Rocky Coasts Of Central Wakayama Prefecture, Japan, Using Two Gene Markers. *International Journal of GEOMATE*, 17(62): 9-16.

- Sembiring, A., Pertiwi, N.P.D., Mahardini, A., Wulandari, R., Kurniasih, E.M., Kuncoro, A.W., Cahyani, N.K.D., Anggoro, A.W., Ulfa, A., Madduppa, H., Carpenter, K.E., Barber, P.H., and Mahardika, G. N. 2015. DNA barcoding reveals targeted fisheries for endangered sharks in Indonesia. *Fisheries Research*, 164: 130–134. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.11.003>
- Siddik, J. 2011. Sebaran spasial dan potensi reproduksi populasi siput gonggong (*Strombus turturela*) di teluk Klabat Bangka, Belitung. [Thesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 64 Hal.
- Sfakianakis, DG., Renieri E., Kentouri M., Tsatsakis, AM. 2015. Effect of heavy metals on fish larvae deformities: a review. *Environ Res*, 137: 246–255
- Sheykhi, V. & Moore, F. 2016. Environmental risk assessment of heavy metals pollution in aquatic ecosystem-A case study: Sediment of Kor River, Iran. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4): 899-910. <https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1118677>
- Susiana, Apriandi, A., & Rochmady. 2019. Sex identification the dog conch *Strombus sp.* only morphology in Madung waters, Tanjungpinang, Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(3): 555-567. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.29053>
- Suppahan, J. and Supmee, V. 2016. Population Genetic Structure of Wing Shell (*Strombus canarium*) along the Andaman Sea Coast. *Burapha Science Journal*, 21 (3): 138-150
- Supratman, O. and Syamsudin, T.S. 2019. Population Structure and Life Table of Dog Conch (*Strombus turturella*) in Bangka Belitung Islands, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(2):72-81. <http://doi.org/10.20473/jipk.v11i2.13112>
- Smith, S.A., Wilson, N.G., Goetz, F.E., Feehery, C., Andrade, S.C.S., Rouse, G.W., Giribet, G., and Dunn, C.W. 2011. Resolving the evolutionary relationships of molluscs with phylogenomic tools. *Nature*. 480(7377): 364-367. <https://doi.org/10.1038/nature10526>
- Sulandari, S., Zein, M.S.A., Sutrisno, H., Dharmayanthi, AB., dan Natalia, I. 2013. Tahapan Kerja Dalam DNA Barcode. S. A. Zein dan D. M. Prawiradilaga (Editor). DNA Barcode Fauna Indonesia. Edisi Pertama. Kencana, Prenadamedia Group. Jakarta. 242 hal.
- Soto-Jiménez, MF., Arellano-Fiore C., Rocha-Velarde R., Jara-Marini ME., Ruelas-Inzunza J., Páez-Osuna, F. 2011. Trophic transfer of lead through a model marine four-level food chain: *Tetraselmis suecica*, *Artemia franciscana*, *Litopenaeus vannamei*, and *Haemulon scudderii*. *Arch Environ Contam Toxicol*, 61:280–291
- Sun, Y., Li, Q., Kong, L., and Zheng, X. 2012. DNA barcoding of Caenogastropoda along coast of China based on the COI gene. *Molecular ecology resources*, 12(2): 209–218. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2011.03085.x>
- Syakti, A.D., Demelas, C., Hidayati, N.V., Rakasiwi, G., Vassalo, L., Kumar, N., Prudent, P., and Doumenq, P. 2015. Heavy metal concentrations in natural and human-impacted sediments of Segara Anakan Lagoon, Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187: 4079 <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4079-9>
- Tiley, K., M.A. Freeman, I. Yen, & M.M. Dennis, 2019. Histology atlas and systematic approach to postmortem examination of the queen conch *Lobatus gigas*. *Journal of Shellfish Research*, 38(1):131.

- Tindi, M., Mamangkey, N.G.F., dan Wullur, S. 2017. DNA Barcode dan Analisis Filogenetik Molekuler Beberapa Jenis Bivalvia Asal Perairan Sulawesi Utara Berdasarkan Gen COI. *Junal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(2): 32 -38.
- Viruly, L. 2011. Pemanfaatan siput laut gonggong (*Strombus canarium*) asal pulau bintang kepulauan riau menjadi seasoning alami. [Thesis Master]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 94 Hal.
- Viruly, L. 2019. Karakterisasi Peptida antimikroba (AMPs) dari siput laut gonggong (*Strombus* sp.) asal pulau Bintang Kepulauan Riau. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 69p
- Viruly, L., Andarwulan, N., Suhartono, M., and Nurilmala, M. 2019a. Morphological and molecular partial histone H3 characterization of Bintang sea snail gonggong. *Hayati Journal of Biosciences*, 26 (2): 56-62.
- Viruly, L., Andarwulan, N., Suhartono, M., and Nurilmala, M. 2019b. Protein profiles and DNA isolation of hemolymph gonggong snail (*Strombus* sp.) from Bintang. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 278, 012078.
- Voultsiadou, E., Koutsoubas, D., & Achparaki, M. 2009. Bivalve mollusc exploitation in Mediterranean coastal communities: an historical approach. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 12: 1–11.
- Wang SL., Xu XR., Sun YX., Liu JL., & Li HB. 2013. Heavy metal pollution in coastal areas of South China: a review. *Mar Pollut Bull*, 76:7–15
- Watanabe, K.H., Desimone, F.W., Thiyagarajah, A., Hartley, W.R. & Hindrich, A.E. 2003. Fish Tissue Quality in the Lower Mississippi River and Health Risks from Fish Consumption. *Science of The Total Environment*, 302(1-3): 109-126. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00396-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00396-0)
- Will, M., Kandel, A. W., Kyriacou, K., and Conard, N. J., 2016. An evolutionary perspective on coastal adaptations by modern humans during the Middle Stone Age of Africa. *Quaternary International*, 404: 68–86. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.021>
- Younis, A.M., Amin, H.F., Alkaladi, A., and Mosleh, Y.Y.I. 2015. Bioaccumulation of Heavy Metals in Fish , Squids and Crustaceans from the Red Sea, Jeddah Coast, Saudi Arabia. *Open Journal of Marine Science*, 5 (4): 369–378. doi. 10.4236/ojms.2015.54030
- Youssef, M., Madkour, H., Mansour, A., Alharbi, W., and El-Taher, A. 2017. Invertebrate shells (mollusca, foraminifera) as pollution indicators, Red Sea Coast, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 133: 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.05.013>
- Youssef, M., Madkour, H., El-Attar, R., Abbas Mansour, A., & Badawi, A. 2020. Assessment of metal contamination in coastal marine sediments of Makadi Bay on the Red Sea, Egypt. *Marine and Freshwater Research*, 71(10): 1241-1251 <https://doi.org/10.1071/MF19306>
- Yulianto, D., Indra, I., Batubara, A.S., Fadli, N., Nur, F.M., Rizal, S., Siti-Azizah, M.N., and Muchlisin, Z.A. 2020. Morphometrics and genetics variations of mullets (Pisces: Mugilidae) from Aceh waters, Indonesia. *Biodiversitas*, 21 (8): 3422-3430. Doi: 10.13057/biodiv/d210802
- Zhang, Y., Lu X., Wang N., Xin M., Geng S., Jia J., Meng Q. 2016. Heavy metals in aquatic organisms of different trophic levels and their potential human health risk in Bohai Bay, China. *Environ Sci Pollut R*, 23:17801–17810



Zhang, W., Zhang X., Tian Y., Zhu Y., Tong Y., Li Y., & Wang, X. 2018. Risk assessment of total mercury and methylmercury in aquatic products from offshore farms in China. *J Hazard Mater*, 354:198–205

**Authors:**

**Ramses.** Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau Kepulauan, Jalan Pahlawan 99, Batu Aji, Kota Batam, 29422, Provinsi Riau Kepulauan, Indonesia.email: [ramses.firdaus@gmail.com](mailto:ramses.firdaus@gmail.com)

**Fauziah Syamsi.** Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau Kepulauan, Jalan Pahlawan 99, Batu Aji, Kota Batam, 29422, Provinsi Riau Kepulauan, Indonesia.email: [fauziah.syamsi@gmail.com](mailto:fauziah.syamsi@gmail.com)

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**How to cite this article:**

Ramses dan Syamsi, F. 2023. Siput Laut Gonggong (Gastropoda, Strombidae) dan Perkembangan Penelitian Tentangnya: Review Diversitas Spesies, Resiko Ekologi dan Kesehatan Pangan dari Bioakumulasi Logam. *Simbiosis*, 13(1): 46-66. Doi. <http://dx.doi.org/10.33373/sim-bio.v13i1.7273>