

Analisis Morfologi dan DNA Barcoding Udang *Alpheus edwardsii* (Alpheidae) pada Substrat Karang Mati di Perairan Pulau Tunda, Banten

Risnita Tri Utami^{1*}, Ichțineza Halida Hardono², Teddy Triandiza³, Hawis Madduppa⁴,
Muhamad Nur¹

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30662, Indonesia

²Pusat Studi Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia
Kampus UI Depok, Pondok Cina, Depok, Jawa Barat 16424, Indonesia

³Pusat Riset Sistem Biota, Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Raya Jakarta - Bogor KM 46, Cibinong Jawa Barat 16911, Indonesia

⁴Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University
Jl. Raya Dramaga, Babakan, Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680, Indonesia

Corresponding author, e-mail: risnita@unsri.ac.id

ABSTRAK: Substrat karang mati memiliki peran ekologis penting dalam ekosistem terumbu karang, terutama sebagai habitat bagi organisme kriptik seperti krustasea dekapoda. Namun informasi mengenai keanekaragaman dekapoda kriptik pada substrat karang mati masih terbatas, khususnya di perairan Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi udang *snapping* (Alpheidae) yang ditemukan pada substrat karang mati di perairan Pulau Tunda, Banten, melalui kombinasi analisis morfologi dan DNA barcoding. Hasil pengamatan morfologi mengonfirmasi bahwa spesimen tersebut termasuk dalam genus *Alpheus*, yang dicirikan oleh capit asimetris dengan satu capit (chela mayor) berukuran lebih besar dan mampu menghasilkan suara gertakan. Analisis gen mitokondria COI menunjukkan tingkat kemiripan sebesar 85,45% dengan *Alpheus edwardsii* yang tercatat di *GenBank*, dengan nilai query cover 95%. Rendahnya tingkat kemiripan ini diduga berkaitan dengan keterbatasan data referensi genetik yang berkerabat dekat dalam basis data publik. Temuan ini menegaskan pentingnya substrat karang mati sebagai habitat fauna kriptik dan mengindikasikan perlunya perluasan basis data genetik untuk meningkatkan akurasi identifikasi taksonomi dalam penelitian mendatang.

Kata kunci: Caridea; karang mati; kriptik; morfologi; udang pistol

Morphological and DNA Barcoding Analysis of an Alpheus edwardsii (Alpheidae) Shrimp from Dead Coral Heads of Tunda Island, Banten

ABSTRACT: Dead coral substrates play an important ecological role in coral reef ecosystems, serving as habitats for cryptic organisms such as decapod crustaceans. However, information regarding the diversity of cryptic decapods inhabiting dead coral substrates remains limited, particularly in Indonesian waters. This study aims to identify a snapping shrimp (Alpheidae) found on dead coral substrates in the waters off Tunda Island, Banten, by integrating morphological analysis and DNA barcoding. Morphological examination confirmed that the specimen belongs to the genus *Alpheus*, characterized by asymmetric chelae, with one enlarged major chela capable of producing a snapping sound. Mitochondrial COI gene analysis showed sequence identity of 85.45% with *Alpheus edwardsii* recorded in *GenBank*, with a query cover of 95%. This low sequence identity is likely attributable to the limited availability of closely related genetic reference data in public databases. These findings reaffirm the ecological significance of dead coral substrates as habitats for cryptic fauna and indicate the necessity for expanding genetic reference databases to enhance the accuracy of taxonomic identification in future studies.

Keywords: Caridea; dead coral; cryptic; morphology; snapping shrimp

PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade terakhir, terumbu karang di Indonesia terus mengalami degradasi. Hal ini tercermin dari kondisi terumbu karang, di mana hanya 6,39% dalam kondisi sangat baik, 23,40% dalam kondisi baik, 35,06% dalam kondisi cukup dan 35,15% dalam kondisi buruk (Giyanto *et al.*, 2017). Meskipun lebih dari 50% kondisi terumbu karang dalam kondisi memprihatinkan, habitat pecahan karang atau karang mati merupakan komponen penting dalam produktivitas terumbu karang (Enochs, 2012; Wolfe & Mumby, 2020). Celah-celah kecil pada pecahan karang dimanfaatkan oleh hewan-hewan kriptik sebagai tempat berlindung dari ikan predator yang lebih besar serta sebagai tempat untuk memakan mikroalga dan organisme kecil lainnya (Takada *et al.*, 2012).

Spesies kriptik merupakan dua atau lebih spesies yang secara morfologi sangat mirip sehingga seringkali diklasifikasikan sebagai satu spesies tunggal. Fenomena ini dapat menimbulkan permasalahan taksonomi yaitu satu spesies memiliki lebih dari satu nama ilmiah, atau sebaliknya, satu nama digunakan untuk beberapa spesies yang sebenarnya berbeda (Bickford *et al.*, 2007; Sáez & Lozano, 2005). Identifikasi taksonomi berdasarkan morfologi memiliki keterbatasan terutama pada kelompok hewan kecil, kriptik, atau yang memiliki sedikit perbedaan morfologis antar spesies. Pada beberapa kasus, perbedaan antar spesies hanya terlihat pada struktur mikroskopis atau karakter seksual sekunder yang tidak selalu muncul pada semua individu (Knowlton, 2000). Hewan-hewan kriptik ini sering ditemukan pada karang mati, yang menyediakan habitat bagi berbagai spesies yaitu jenis dari crustacea decapoda (Kurniasih *et al.*, 2020). Beberapa jenis crustacea yang termasuk dalam kelompok ini antara lain Alpheidae, Galathea, Porcellanidae, Trapeziidae, Xanthidae dan Palaemonidae (Kurniasih *et al.*, 2020).

Alpheidae merupakan kelompok udang yang masuk ke dalam superfamili Alpheoidea dan infraordo Caridea. Udang ini dikenal dengan nama udang alpheid atau pistol. Udang alpheid memiliki capit asimetris, capit yang lebih besar biasanya mampu menghasilkan suara gertakan yang keras. Suara ini dihasilkan melalui mekanisme cavitasi, di mana penutupan cepat pada capit besar menciptakan gelembung uap yang menghasilkan gelombang kejut dan suara keras saat gelembung tersebut runtuh (Nakamichi *et al.*, 2021). Penelitian mengenai keanekaragaman Decapoda pada karang mati (*dead coral head*) Pocillopora di Raja Ampat menemukan 877 individu yang termasuk ke dalam 11 famili dengan Alpheidae sebagai salah satu kelompok dominan di lokasi Kri dan Misool. Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (2,09–2,18) menunjukkan bahwa fauna kriptik berperan penting dalam menjaga keanekaragaman dan fungsi ekosistem terumbu karang di kawasan Segitiga Karang (Kurniasih *et al.*, 2020).

Penelitian yang mengkaji genus *Alpheus* di Indonesia dengan pendekatan DNA barcoding masih sangat terbatas. Di tingkat global, penelitian pada genus *Alpheus* dan genus terkait seperti *Synalpheus* telah digunakan untuk merekonstruksi filogeni dan mengidentifikasi spesies baru (Anker *et al.*, 2006; Macdonald *et al.*, 2006), tetapi di Indonesia, penelitian tersebut masih jarang dilakukan, terutama di kawasan barat seperti Pulau Tunda, Banten, yang belum banyak tereksplorasi dibandingkan wilayah timur seperti Raja Ampat (Kurniasih *et al.*, 2020).

Alpheus memiliki lebih dari 300 spesies dan menjadi salah satu genus terbesar yang hidup di perairan tropis yang dangkal (Anker *et al.*, 2006). Genus ini banyak berasosiasi dengan invertebrata laut yang sesil, seperti karang, anemon laut, bulu babi, sponge dan crinoid (Macdonald *et al.*, 2006). Spesies-spesies dari genus *Alpheus* sudah banyak dibagi berdasarkan perbedaan morfologi, tetapi belum diperkuat dengan data-data molekuler. Permasalahan dari hewan kriptik dapat diselesaikan melalui penggabungan analisis morfologi dan analisis DNA barcoding. DNA barcoding merupakan teknik mengenali spesies berdasarkan barcode basa nukleotida yang telah distandarisasi (Utami *et al.*, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memastikan jenis dari udang Caridea yang berasal dari Pulau Tunda, Banten dengan mengaplikasikan analisis morfologi dan teknik DNA barcoding secara bersamaan.

MATERI DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Mei - Juli 2017. Pengambilan sampel decapoda dilakukan di perairan Pulau Tunda, Banten. Sedangkan untuk analisis molekuler dilakukan di

Laboratorium Biodiversitas dan Biosistematika Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Sampel kriptik decapoda diambil dari koloni karang mati dari spesies *Acropora sp.*, *Pocillopora sp.* dan *Porites sp.* Identifikasi biota kriptik dengan menggunakan buku *Crustacea Guide of The World* (Poore, 2004). Biota yang telah diidentifikasi kemudian difoto menggunakan kamera yang telah disambungkan dengan mikroskop Motic K-Series 700L. Setelah didokumentasikan, tiap individu kriptik diambil kaki gerak yang paling aktif untuk dilakukan identifikasi menggunakan genetik. Kemudian kaki tersebut dimasukkan ke dalam botol sampel yang berisi etanol 96% dan dianalisis molekuler dengan teknik DNA baroding.

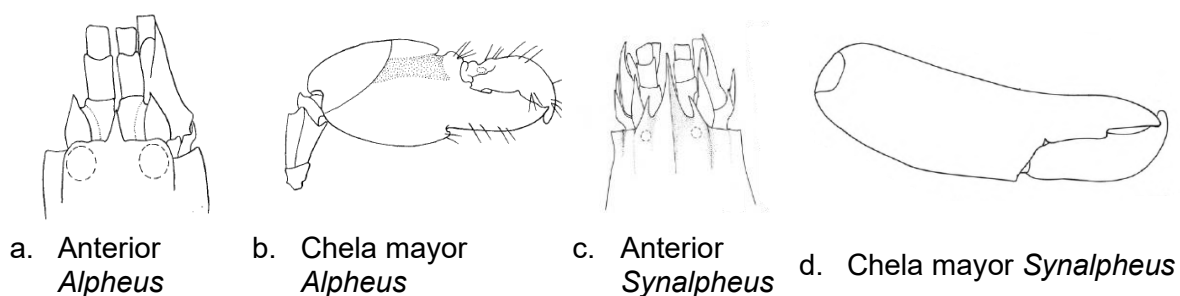
Ekstraksi DNA menggunakan metode kit ekstraksi Genomic DNA minikit for animal tissue. Jenis primer yang digunakan pada penelitian ini adalah HCO2198 (5'- TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA -3') dan LCO1490 (5'- GGT CAA CAA ATC AAG ATA AAG ATA TTG G -3') (Folmer *et al.*, 1994). Amplifikasi dilakukan menggunakan mesin PCR dengan kondisi predenaturasi 94°C selama 15 detik, dilanjutkan dengan 38 siklus yang terdiri atas denaturasi 94°C selama 30 detik, annealing (penempelan) 50°C selama 30 detik dan ekstensi 72°C selama 45 detik serta ekstensi akhir 72°C selama 3 menit. Hasil amplifikasi selanjutnya diuji elektroforesis menggunakan gel agarose 1,2% untuk mengetahui keberhasilan amplifikasi. Proses *sekuensing* DNA dilakukan di *Firtsbase* Malaysia.

Sampel udang Caridea dianalisis morfologinya melalui foto yang telah diambil di mikroskop, kemudian digambar ulang dengan *software* Inkscape. Urutan nukleotida diedit terlebih dahulu secara manual berdasarkan data kromatogram kemudian dilakukan pencarian kesamaan gen menggunakan BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) melalui situs <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Hasil urutan nukleotida kemudian diselaraskan menggunakan program Clustal W yang tersedia dalam perangkat lunak MEGA 7.0 (Kumar *et al.*, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari identifikasi morfologi biota kriptik yang ditemukan di pecahan karang Pulau Tunda, Banten yaitu genus *Alpheus* famili Alpheidea. Hasil analisis morfologi menunjukkan kesamaan ciri antara genus *Alpheus* dengan genus *Synalpheus* seperti memiliki capit asimetris. Genus memiliki salah satu capit (*chela mayor*) berukuran sangat besar. *Alpheus* memiliki *orbital hood* yang sangat berkembang, biasanya lebih menonjol dan mata benar-benar tidak terlihat sama sekali, sedangkan *Synalpheus* cukup berkembang, sedikit menggembung dan mata tersembunyi sebagian atau penuh (Anker *et al.*, 2006). Beberapa perbedaan *Alpheus* dan *Synalpheus* (Dora & Banner, 1975) Tabel 1.

Chela mayor Alpheus mampu menghasilkan suara gertakan (*snapping claw*) yang dapat terdengar hingga 1 km. Mekanisme ini terdiri atas struktur berupa gigi (*plunger*) pada sisi dalam dactylus dan soket pada *fixed finger* (Anker *et al.*, 2006; Nakamichi *et al.*, 2021). *Snapping claw* selain berfungsi sebagai pertahanan juga berfungsi untuk menggali sedimen, melubangi substrat keras, dan berkomunikasi (Hurt *et al.*, 2021). Habitatnya mencakup zona intertidal (kedalaman 0–640 m), tersebar di perairan tropis hingga temperate. Umumnya hidup berasosiasi dengan crinoid, karang, atau spons. Genus *Alpheus* memiliki lebih dari 300 spesies, dan merupakan genus yang luas serta tersebar luas secara geografis (Poore & Ahyong, 2023).



Gambar 1. a,b: Morfologi *Alpheus* (Banner & Banner, 1982); c,d: *Synalpheus* (Dora & Banner, 1975)

Genus *Alpheus* memiliki ciri-ciri yaitu rostrum berbentuk segitiga atau meruncing, tudung orbital memanjang ke arah anterior sehingga menutupi mata. Cheliped bersifat asimetris dan memanjang ke arah anterior; dactylus memiliki gigi berbentuk molar yang sesuai dengan soket (Poore & Ahyong, 2023).

Hasil dari sekuensing udang Caridea menghasilkan urutan basa Gambar 3. Berdasarkan analisis DNA barcoding gen COI pada *Alpheus* setelah dibandingkan dengan data base GenBank NCBI didapatkan tingkat kemiripan tertinggi dimiliki oleh spesies *Alpheus edwardsii* dengan *Max score* dan *total score* yang sama yaitu 628, *query cover* 95%, *E-value* 2e-175 dan *Ident* 85,45%. Sekuen *GenBank* yang paling mirip dicirikan dengan nilai *Max Score* dan *Total Score* sama, *Query Coverage* mendekati 100%, *E value* mendekati 0, dan *Ident* mendekati 100% pada setiap *database* (Tabel 2).

Tabel 1. Perbedaan Karakter *Alpheus* dan *Synalpheus*

Karakter	<i>Alpheus</i>	<i>Synalpheus</i>
Rostrum dan gigi orbital	Bentuknya beragam, sering tidak ada gigi di dekat mata (gigi orbital), tetapi sering punya tonjolan rostral (<i>rostral crest</i>).	Selalu berkembang dengan jelas, tapi jarang memiliki tonjolan atau garis menonjol (<i>crest</i> atau <i>ridges</i>).
Capitula besar (<i>Large Chela</i>)	Jarang berbentuk oval jika dilihat penampangnya. Biasanya memiliki bentuk yang beragam, seperti pipih, terpelintir, dan penuh tekstur	Selalu berbentuk oval pada penampangnya, tidak pernah punya tekstur atau bentuk berlekuk
Carpus (ruas pertama kaki ke-2)	Bervariasi, tapi umumnya bagian pertama (artikel pertama) lebih pendek dari gabungan panjang empat bagian setelahnya.	Bagian pertama biasanya panjangnya sama dengan gabungan empat bagian berikutnya
Dactylus, ujung kaki ketiga	Biasanya sederhana, dengan satu ujung seperti kuku, tapi beberapa jenis memiliki dua (<i>biunguiculate</i>).	Selalu memiliki dua atau tiga ujung kuku (<i>bi- atau triunguiculate</i>), tidak pernah hanya satu



Dehghani *et al.* (2019)



Al-kandari *et al.*, 2020



Hasil Penelitian

Gambar 2. Morfologi *Alpheus*

Tabel 2. Hasil BLAST basa nukleotida pada GenBank

Dekripsi	Max Score	Total Score	Query cover	E Value	Ident	Accession
<i>Alpheus edwardsii</i> voucher BHKG-1724 cytochrome oxidase subunit 1 (COI) gene, partial cds; mitochondrial	628	628	95%	2e-175	85,45%	PP651789.1
<i>Alpheus saxidomus</i> voucher 98-85 cytochrome oxidase subunit I mRNA, partial cds; mitochondrial	508	508	93%	3e-139	82,18%	FJ013932.1
<i>Alpheus</i> sp. BOLD: ACQ2777 voucher FTP_0054 cytochrome oxidase subunit 1 (COI) gene, partial cds; mitochondrial	544	544	90%	7e-146	82,64%	KP254618.1

CGGTCCGTTGTGCATTAGATTTGATCTTCAGCCTGACACGCGGGGTCAGAAGAAAGCTGAT
 ATTCAAATTTACGGTCGGTCAGAAGTATGGTAATAGCTCCTGCTAGAACTGGTAGTCTTAAA
 AGTAGGAGAATGGCTGTTAAGAATACGGCTCATACGAATAGGGGCATACGATCTATTGTTAT
 GCCCGTTGTTTCGTATGTTGATGACTGTAGTTATGAAGTTAACTGCTCCTAAGATGGATGAGA
 CTCCTGCTAAGTGCAGTGAGAAAATTCCAAGATCTACTGAGGCCCTGCGTGGGCAATTCC
 TCGGGAGAGGGGTGGGTAGACAGTTCATCCTGTTCCGACTCCTCTTTTCGACCAGTCCTCTG
 GAAAGAAGAAGAGTTAATGAGGGTGGGAGTAGTCAAAACCTTATGTTATTTATTTCGGGGAAA
 GGCCATATCTGGAGCTCCTAACATTAGGGGGACTAATCAATTTCCGAATCCTCCAATTATGA
 TGGGTATAACTATAAAGAAAATTATAACAAACGCATGGGCTGTGACGATTACATTGTAAATTT
 GATCGTTTCCAATTAATCTTCCGGGCTGACCCAATTCTGCTCGAATTAGAAGACTAAGGGCT
 GTGCCTACCATACCGGCCCAAGCTCCGAAAACGAAATATAGAGTGCCAATATCTTTATGATT
 TGTTGACCA

Gambar 2. Pensejajaran hasil sekuen gen COI jenis *Alpheus edwardsii*.

Rendahnya persentase identitas sekuens COI yang hanya mencapai 85,45% terhadap data referensi di GenBank menunjukkan bahwa specimen *Alpheus edwardsii* dari Pulau Tunda ini kemungkinan belum terwakili secara spesifik dalam basis data molekuler publik. Meskipun identifikasi morfologi berhasil menunjukkan kesesuaian pada tingkat genus, keterbatasan dalam pencocokan sekuens menunjukkan pentingnya kontribusi data genetik dari spesimen lokal dalam basis data genetik global. Sebagaimana ditemukan oleh Matzen da Silva *et al.*, (2011), hanya sekitar 5,4 % spesies decapoda yang tercakup dalam sekuen COI di GenBank, dan Lefébure *et al.* (2006) juga menegaskan bahwa peningkatan data referensi sangat dibutuhkan, khususnya untuk kelompok krustasea tropis. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memberikan data awal tentang keberadaan *Alpheus* pada substrat karang mati di Pulau Tunda, tetapi juga menegaskan pentingnya menambah data genetik guna mendukung identifikasi spesies udang kriptik di wilayah tropis yang masih kurang terdata.

KESIMPULAN

Hasil analisis morfologi menunjukkan bahwa spesimen kriptik decapoda merupakan jenis *Alpheus*. Sedangkan berdasarkan analisis DNA Barcoding terbaca sebagai spesies *Alpheus edwardsii* dengan presentase *query cover* 95%, dan *Ident* 85,45%. Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya substrat karang mati sebagai habitat potensial bagi keanekaragaman fauna kriptik serta

perlunya pengayaan data genetik untuk mendukung identifikasi taksonomi yang lebih akurat. Penelitian lanjutan dengan metode molekuler lanjutan seperti multilokus atau eDNA berpotensi meningkatkan resolusi taksonomi, sekaligus mendukung konservasi dan pengelolaan biodiversitas laut secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-kandari, M., Anker, A., Hussain, S., Al-yassen, S., Sattari, Z., & Grave, S. De. 2020. New records of decapod crustaceans from Kuwait (Malacostraca: Decapoda). *Zootaxa*, 4803(2): 251–280. DOI: 10.11646/zootaxa.4803.2.2
- Anker, A., Ah Yong, S., Noël, P., & Palmer, A. 2006. Morphological phylogeny of alpheid shrimps: parallel preadaptation and the origin of a key morphological innovation, the snapping claw. *Evolution*, 60(12): 2507–2528.
- Banner, D.M., & Banner, A.H. 1982. The alpheid shrimp of Australia Part III: The remaining alpheids, principally the genus *Alpheus*, and the family Ogyrididae. *Records of the Australian Museum*, 34(1): 1–357. DOI: 10.3853/j.0067-1975.34.1982.434
- Bickford, D., Lohman, D.J., Sodhi, N.S., Ng, P.K.L., Meier, R., Winker, K., Ingram, K.K., & Das, I. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(3): 148–155. DOI: 10.1016/j.tree.2006.11.004
- Dehghani, A., Sari, A., & Naderloo, R. 2019. Annotated checklist of the snapping shrimps of the genus *Alpheus* Fabricius, 1798 (Crustacea: Decapoda: Alpheidae) from the Persian Gulf and Gulf of Oman, Iran. *Zootaxa*, 4544(4): p.479.
- Dora, M., & Banner, A.H. 1975. The alpheid shrimp of Australia. Part 2: the genus *Synalpheus*. *Records of the Australian Museum*, 29(2): 267–389. DOI: 10.3853/j.0067-1975.29.1975.389
- Enochs, I.C. 2012. Motile cryptofauna associated with live and dead coral substrates: Implications for coral mortality and framework erosion. *Marine Biology*, 159(4): 709–722. DOI: 10.1007/s00227-011-1848-7
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., & Vrijenhoek, R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial Cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3(5): 294–299. DOI: 10.1371/journal.pone.0013102
- Giyanto, Abrar, M., Hadi, T. A., Budiyo, A., Hafizt, M., Salatalohy, A., & Iswari, M. Y. 2017. *Status Terumbu Karang Indonesia 2017* (Suharsono (ed.)). Puslit Oseanografi LIPI Pr.
- Hurt, C., Hultgren, K., Anker, A., Lemmon, A.R., Moriarty, E., & Bracken-grissom, H. 2021. Molecular Phylogenetics and Evolution First worldwide molecular phylogeny of the morphologically and ecologically hyperdiversified snapping shrimp genus *Alpheus* (Malacostraca: Decapoda). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 158: p.107080. DOI: 10.1016/j.ympev.2021.107080
- Knowlton, N. 2000. Molecular genetic analyses of species boundaries in the sea. *Hydrobiologia*, 420: 73–90.
- Kumar, S., Stecher, G., & Tamura, K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33(7): 1870–1874. DOI: 10.1093/MOLBEV/MSW054
- Kurniasih, E.M., Sembiring, A., Pertiwi, N.P.D., Anggoro, A.W., Cahyani, N.K.D., Dailami, M., Ambariyanto, Wijayanti, D.P., & Meyer, C.P. 2020. Cryptic species from biodiversity hotspot: Estimation of decapoda on dead coral head pocillopora in Raja Ampat Papua. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 25(1): 1–6. DOI: 10.14710/ik.ijms.25.1.1-6
- Lefébure, T., Douady, C.J., Gouy, M., & Gibert, J. 2006. Relationship between morphological taxonomy and molecular divergence within Crustacea: Proposal of a molecular threshold to help species delimitation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 40: 435–447. DOI: 10.1016/j.ympev.2006.03.014
- Macdonald, K., Ríos, R., & Duffy, J. 2006. Biodiversity, host specificity, and dominance by eusocial species among sponge-dwelling alpheid shrimp on the Belize Barrier Reef. *Diversity & Distributions*, 12: 165–178.
- Matzen da Silva, J., Creer, S., dos Santos, A., Costa, A.C., Cunha, M.R., Costa, F.O., & Carvalho,

-
- G.R. 2011. Systematic and Evolutionary Insights Derived from mtDNA COI Barcode Diversity in the Decapoda (Crustacea : Malacostraca). *PLoS ONE* 6(5): 1–15. DOI: 10.1371/journal.pone.0019449
- Nakamichi, T., Asakura, A., & Hirohashi, N. 2021. Acoustic/vibration behaviors in crustaceans. In C. Rosenfeld & F. Hoffmann (Eds.), *Neuroendocrine Regulation of Animal Vocalization: Mechanisms and Anthropogenic Factors in Animal Communication*. Academic Press.
- Poore, G. 2004. *Marine Decapod Crustacea of Southern Australia: A Guide to Identification*. CSIRO Publishing.
- Poore, G., & Ahyong, S. 2023. Marine Decapod Crustacea: A Guide to Families and Genera of the World. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 56(1–2): p.915. DOI: 10.1080/10236244.2023.2183859
- Sáez, A.G., & Lozano, E. 2005. Body doubles. *Nature*, 433(7022): p.111. DOI: 10.1038/433111a
- Takada, Y., Abe, O., & Shibuno, T. 2012. Variations in cryptic assemblages in coral-rubble interstices at a reef slope in Ishigaki Island, Japan. *Fisheries Science*, 78(1): 91–98. DOI: 10.1007/s12562-011-0437-5
- Utami, R.T., Zamani, N.P., & Madduppa, H.H. 2018. Molecular identification , abundance and distribution of the coral-killing sponge *Terpios hoshinota* in Bengkulu and Seribu Islands , Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(6): 2238–2246. DOI: 10.13057/biodiv/d190632
- Wolfe, K., & Mumby, P.J. 2020. RUBble Biodiversity Samplers: 3D-printed coral models to standardize biodiversity censuses. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(11): 1395–1400. DOI: 10.1111/2041-210X.13462
-