

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

PROFIL HEMOLIM SIPUT GONGGONG, *Laevistrombus turturella* ASAL PERAIRAN PESISIR PULAU BINTAN PROVINSI KEPULAUAN RIAU SEBAGAI KANDIDAT BIOTA BUDIDAYA

Muzahar[#], Aminatul Zahra, dan Rika Wulandari

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji (FIKP UMRAH)
Gedung Dekanat FIKP UMRAH
Jl. Politeknik Senggarang, 29100, Tanjungpinang

(Naskah diterima: 18 Oktober 2021; Revisi final: 8 Desember 2021; Disetujui publikasi: 8 Desember 2021)

ABSTRAK

Siput gonggong, *Laevistrombus turturella* termasuk komoditas perikanan laut yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau. Hemolim pada siput berperan penting dalam sistem pertahanan tubuh dan reproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total hemosit dan diferensial hemosit pada siput gonggong asal Pulau Bintan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2021. Sampel siput gonggong berasal dari perairan laut Kampung Madong dan Lobam. Hemolim diambil dari otot kaki gonggong untuk pemeriksaan total hemosit dan diferensial hemosit. Data dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan total hemosit, persentase hyalin dan sel granular siput gonggong dari Kampung Madong dan Lobam relatif sama dan dalam kisaran normal ($< 1,0 \times 10^6$ sel/mm³). Jumlah total hemosit siput gonggong asal Kampung Madong dan Lobam secara berturut-turut adalah berkisar antara 77.000-166.600 sel/mm³ dan 71.000-165.000 sel/mm³, persentase sel hyalin berkisar antara, 58%-80% dan 52%-70%, serta persentase sel granular berkisar antara 20%-42% dan 30%-48%. Oleh karena nilai total hemosit dan diferensial hemosit relatif sama maka siput gonggong asal Kampung Madong disarankan sebagai kandidat calon induk karena memiliki ukuran tubuh $6,52 \pm 5,61$ cm lebih besar dibandingkan asal Lobam $5,27 \pm 0,40$ cm.

KATA KUNCI: hemolim; hemosit; *Laevistrombus turturella*; siput gonggong

ABSTRACT: *Hemolymph profile of the gonggong conch, Laevistrombus turturella, a species candidate for aquaculture, from the coastal waters of Bintan Island Riau Islands Province. By: Muzahar, Aminatul Zahra, and Rika Wulandari*

Gonggong conch, Laevistrombus turturella is a marine gastropod highly valued as a seafood commodity in Bintan Island Riau Islands Province. The farming technology of the species is currently not available due to limited information on its biology including its immune system and reproduction. Hemolymph in conchs plays an important role in gonggong conch body's defense system and reproduction. This study aimed to determine the total haemocytes and hemocytic differential of gonggong conchs originated from Bintan Island. The research was conducted between July-August 2021. The gonggong conch samples were collected from the coastal waters of Kampung Madong and Lobam. Hemolymph was taken from the gonggong conch leg muscles for examination of total hemocytes and hemocytic differential and analyzed descriptively. The results showed that the total hemocytes, percentage of hyaline and granular cells of gonggong conchs from Kampung Madong and Lobam were relatively similar and within the normal range ($< 1.0 \times 10^6$ cell/mm³). The total number of haemocytes of gonggong conchs from Kampung Madong and Lobam ranged from 77,000-166,600 cells/mm³ and 71,000-165,000 cells/mm³; respectively, while the percentages of hyaline cells ranged between 58%-80% and 52%-70%, respectively, and the percentage of granular cells ranged between 20%-42% and 30%-48%. Gonggong conch from Kampung Madong had a body size of 6.52 ± 5.61 cm which was larger than that of Lobam with body size of 5.27 ± 0.40 cm. Because both had relatively similar values of total haemocytic and haemocytic differential, the gonggong conch from Kampung Madong was suggested as the best candidate for broodstock.

KEYWORDS: *gonggong conch; hemolymph; hemocytes; Laevistrombus turturella*

[#] Korespondensi: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Maritim Raja Ali Haji (FIKP UMRAH)
Gedung Dekanat FIKP UMRAH
Jl. Politeknik Senggarang, 29100 Tanjungpinang, Indonesia
E-mail: muzahar@umrah.ac.id

PENDAHULUAN

Siput gonggong, *L. turturella* merupakan salah satu jenis makanan *seafood* di Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau. Siput gonggong adalah ikon Kota Tanjungpinang Ibukota Provinsi Kepulauan Riau. Kadar protein yang dimiliki oleh siput ini tinggi yaitu 46,65% dan cita rasa yang enak sehingga sangat digemari oleh masyarakat di Pulau Bintan dan sekitarnya (Viruly *et al.*, 2020; Muzahar *et al.*, 2019). Potensi lain yang dimiliki siput gonggong berdasarkan beberapa laporan hasil penelitian dari Viruly *et al.* (2019); Viruly *et al.* (2020) adalah bahwa siput gonggong kaya protein histon, asam amino hidrofobik, asam amino bermuatan positif, kaya antioksidan alami, dan kandungan steroid. Oleh karena potensi itu, penangkapan siput gonggong di alam terus dilakukan nelayan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Keadaan ini mengakibatkan ketersediaan siput gonggong di alam menurun dalam beberapa tahun terakhir (Muzahar *et al.*, 2020). Kelestarian populasi gonggong dapat dijaga dan ditingkatkan melalui aktivitas budidaya.

Kesuksesan budidaya siput laut seperti siput gonggong, *L. turturella* ditentukan oleh peningkatan pengetahuan tentang mekanisme reproduksi, kinerja produksi, dan pengendalian kesehatannya sehingga memungkinkan untuk menghasilkan bibit pada waktu yang diinginkan. Prospek budidaya siput gonggong cukup terbuka karena kematangan gonad siput gonggong betina dapat distimulasi dengan pemberian hormon 17 α -estradiol. Pemijahan siput gonggong dapat dilakukan dalam wadah budidaya (akuarium) melalui pemberian suntikan hormon hCG dan ovaprim (Muzahar *et al.*, 2020; Muzahar *et al.*, 2019; Muzahar & Hakim, 2018). Embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong dapat dipercepat dengan penerapan suhu 31°C (Muzahar *et al.*, 2020), namun pengetahuan tentang karakter hemolim siput gonggong terkait aktivitas reproduksi belum pernah dilaporkan.

Upaya budidaya siput gonggong membutuhkan tersedianya informasi dari berbagai aspek biologinya termasuk pengetahuan tentang sistem pertahanan tubuh terhadap serangan patogen. Sel darah putih pada vertebrata air golongan ikan dan hemosit dalam hemocyanin ("darah") pada golongan udang (krustasea) berperan penting dalam sistem pertahanan tubuh. Hemosit berdasarkan ada tidaknya granula sitoplasma dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu sel granular, sel hyaline, dan sel semi granular (Ekawati *et al.*, 2012). "Darah" pada siput gonggong disebut hemolim. Hemolim siput gonggong disusun oleh antara lain mineral anorganik (Muzahar & Viruly, 2020). Informasi tentang aspek kesehatan siput gonggong khususnya karakter hemolim masih sedikit tersedia. Oleh karena itu, penelitian tentang karakter hemolim siput gonggong, *L. turturella* untuk mendukung upaya

budidaya perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total hemosit dan diferensial hemosit pada siput gonggong yang berasal perairan pesisir Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau sebagai kandidat biota budidaya.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel Gonggong

Penelitian dilakukan di *Marine Biology Laboratory* Universitas Maritim Raja Ali Haji mulai bulan Juli sampai Agustus 2021. Lokasi pengambilan siput gonggong di Pulau Bintan dari dua perairan laut dengan karakteristik yang berbeda. Lokasi pertama adalah di Kampung Madong yang terletak jauh dari permukiman penduduk dengan tipe substrat lumpur berpasir dengan vegetasi lamun yang lebat, sedangkan lokasi kedua di Lobam terletak dekat dengan kawasan industri dengan tipe substrat pasir dan pasir berlumpur dengan vegetasi lamun jarang sampai sedang. Siput gonggong ditangkap secara manual sesuai kearifan lokal. Siput gonggong sebelum perlakuan diaklimatisasi dalam air laut bersalinitas 30 ppt di bak berkapasitas satu ton selama 48 jam. Siput gonggong uji diberi pakan berupa substrat lumpur dari habitat alaminya yang telah disiapkan di dasar bak.

Pengambilan Hemolim

Hemolim diambil dari otot kaki gonggong. Syringe berukuran 23G (0,60 x 32 mm) yang berisi 0,4 mL antikoagulan Na-sitrat dimasukkan melalui bagian siphonal canal dan disuntikkan ke otot kaki gonggong. Sampel hemolim yang diambil sebanyak 0,6 mL; kemudian larutan hemolim dan Na-Sitrat dihomogenkan dengan cara menggerakkan tangan membentuk angka delapan selama lima menit.

Pengamatan Jumlah Hemosit

Total hemosit dihitung sesuai metode Liu & Chen (2004) yaitu satu tetes larutan hemolim diletakkan pada hemocytometer dan jumlah sel per mm³ dihitung.

$$Ht = \sum \text{sel ter hitung} \times \left(\frac{1}{V}\right) \times Fp$$

di mana: Ht = Jumlah total hemosit
V = Volume kotak besar
Fp = Faktor pengenceran

Pengamatan Diferensial Hemosit

Diferensial hemosit dihitung sesuai metode Sung *et al.* (1999) dengan cara: hemolim diteteskan pada gelas objek dan dibuat ulasan, dikeringkan dan difiksasi dengan metanol selama lima menit, selanjutnya dikeringanginkan dan diwarnai dengan larutan giemsa selama 10 menit, dicuci dengan air mengalir dan dibiarkan kering. Ulasan kemudian diperiksa di mikroskop dengan pembesaran 100 kali. Morfologi tiap jenis hemosit dari sampel siput

gonggong diamati, dan diferensial hemosit dihitung berdasarkan persentase jenis sel hemosit dengan rumus berikut:

$$\% \text{ JSH} = \frac{\sum \text{ TJH}}{\text{ Ht}} \times 100$$

di mana: JSH = jenis sel hemosit
 TJH = tiap jenis hemosit
 Ht = Jumlah total hemosit

HASIL DAN BAHASAN

Total Hemosit

Total hemosit yang diperoleh dari sampel siput gonggong dari laut Kampung Madong dan Lobam berturut-turut sebanyak 77.000-166.600 sel/mm³ dan 71.000-165.000 sel/mm³ seperti disajikan pada Tabel 1.

Diferensial Hemosit

Diferensial hemosit siput gonggong yang diamati adalah sel hyalin dan sel granular. Persentase sel hyalin dalam siput gonggong asal laut Kampung Madong dan Lobam berturut-turut adalah berkisar antara 58%-80% dan 52%-70%. Sel granular masing-masing adalah berkisar antara 20%-42% dan 30%-48%. Data diferensial hemosit disajikan pada Tabel 2.

Morfologi Sel Hyalin dan Sel Granular

Sel hyalin merupakan sel terbanyak yang ditemukan pada sel hemolim gonggong memiliki nukleus dan di dalam sitoplasmanya tidak terdapat granular, sedangkan sel granular yang merupakan sel paling sedikit pada hemolim gonggong memiliki nukleus dan di dalam sitoplasmanya terdapat beberapa granula. Gambar 1 adalah sampel gambar sel hyalin dan sel

Tabel 1. Total hemosit (sel/mm³) pada siput gonggong dari Kampung Madong dan Lobam, Pulau Bintan

Table 1. Total haemocytes (cells/mm³) in gonggong conchs from Kampung Madong and Lobam, Bintan Island

ID Sampel Sample ID	Lokasi (Location)	
	Kampung Madong	Lobam
Sampel 1	137,200	13,000
Sampel 2	77,000	76,000
Sampel 3	113,400	81,000
Sampel 4	87,000	152,000
Sampel 5	111,200	128,000
Sampel 6	150,800	102,000
Sampel 7	134,800	115,000
Sampel 8	143,800	119,000
Sampel 9	118,000	165,000
Sampel 10	111,800	155,000
Sampel 11	87,000	81,000
Sampel 12	124,600	141,000
Sampel 13	88,000	119,000
Sampel 14	166,600	121,000
Sampel 15	108,800	94,000
Sampel 16	103,200	85,000
Sampel 17	87,800	114,000
Sampel 18	83,200	72,000
Sampel 19	116,800	87,000
Sampel 20	89,200	71,000
Sampel 21	146,400	116,000
Sampel 22	99,800	130,000
Sampel 23	127,000	82,000
Sampel 24	82,200	93,000
Sampel 25	158,800	71,000
Sampel 26	86,600	99,000
Sampel 27	83,400	85,000
Sampel 28	83,600	124,000
Sampel 29	79,000	102,000
Sampel 30	84,400	124,000
Rata-rata (Average)	109,047.67	107,233.33

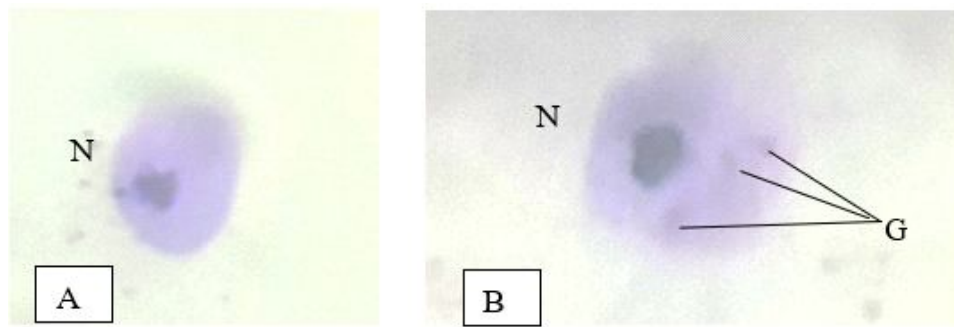
Tabel 2. Diferensial sel hemosit siput gonggong menurut perairan asal sampel
 Table 2. Differential haemocytes of gonggong conchs according to the origin of the samples

Kode Code	Kampung Madong		Lobam	
	Sel hyalin Hyalin cells	Sel granular Granule cells	Sel hyalin Hyalin cells	Sel granular Granule cells
	(%)	(%)	(%)	(%)
Sampel 1	77	23	65	35
Sampel 2	76	24	64	36
Sampel 3	79	21	53	47
Sampel 4	76	24	68	32
Sampel 5	58	42	70	30
Sampel 6	76	24	62	38
Sampel 7	80	20	65	35
Sampel 8	60	40	59	41
Sampel 9	69	31	65	35
Sampel 10	72	28	60	40
Sampel 11	68	32	65	35
Sampel 12	63	37	61	39
Sampel 13	60	40	65	35
Sampel 14	59	41	57	43
Sampel 15	63	37	58	42
Sampel 16	75	25	52	48
Sampel 17	75	25	58	42
Sampel 18	70	30	54	46
Sampel 19	66	34	53	47
Sampel 20	63	38	55	45
Sampel 21	72	28	55	45
Sampel 22	62	38	55	45
Sampel 23	70	30	62	38
Sampel 24	72	28	56	44
Sampel 25	75	25	70	30
Sampel 26	68	32	68	32
Sampel 27	65	35	63	37
Sampel 28	70	30	60	40
Sampel 29	65	35	58	42
Sampel 30	71	29	56	44
Rata-rata (Average)	69.20	30.80	60.36	39.64

granular pada siput gonggong yang berhasil diamati di mikroskop.

Total hemosit siput gonggong dari laut Kampung Madong dan Lobam berturut-turut sebanyak 77.000-166.600 sel/mm³ dan 71.000-165.000 sel/mm³ jika dibandingkan dengan total hemosit susuh kura (*Sulcospira testudinaria*) penelitian Hertika *et al.* (2021), di wilayah perairan Desa Tawangrejo Kecamatan Binangun Kabupaten Blitar, yang merupakan jenis moluska berkisar antara 280.000-960.000 sel/mm³ maka total hemosit siput gonggong lebih rendah.

Nilai THC pada siput air tawar sekitar 5.800.000 sel/mL (5,8x10⁶ sel/mm³) (Accorsi *et al.*, 2013). Total hemosit siput air tawar jauh lebih tinggi dibandingkan dengan siput gonggong yang merupakan siput laut. Peranan penting hemosit dalam pertahanan tubuh udang adalah fagositosis, melanisasi, enkapsulasi, cytotoksitas, dan komunikasi antar sel (Ekawati *et al.*, 2012) dan peran ini diduga juga berlangsung dalam hemolim pada siput gonggong. Gianazza *et al.* (2021) menyatakan bahwa jumlah sel hemosit dapat sangat bervariasi secara signifikan. Hal ini mencerminkan adanya pengaruh eksternal dan internal, seperti



Keterangan (Description): N (nucleus/nucleus), G (granula/granule)

Gambar 1. Sel hyalin (A), sel granular (B) pada gonggong yang diamati di mikroskop.

Figure 1. Hyaline cells (A), granular cells (B) in gonggong conch observed under the microscope.

peningkatan total hemosit dalam kasus adanya infeksi atau faktor *moulting*.

Terdapat dua jenis sel yang dapat diklasifikasikan pada sel hemosit gonggong, *L. turturella*, yaitu sel hyalin dan sel granular. Sel hyalin adalah sel paling banyak ditemukan pada hemosit gonggong, *L. turturella*, yaitu berkisar antara 58%-80% dari jumlah keseluruhan sel, sedangkan sel granular adalah yang paling sedikit ditemukan, yaitu berkisar antara 20%-42%. Beberapa penelitian tentang hemolim pada hewan-hewan vertebrata, jumlah sel hyalin yang dominan pada hemosit kemudian diikuti dengan sel granular (Estrada *et al.*, 2013; Hong *et al.*, 2013; Ballina *et al.*, 2020). Sel hyalin melakukan fungsi dalam imunitas sebagai fagositosis (Thornqvist *et al.*, 1994). Sel granular ini juga berkorelasi dengan kapasitasnya dalam *intracellular killing*. Ballina *et al.* (2020) menyatakan bahwa sel granular dipercaya lebih efisien dalam membunuh mikroorganisme, sedangkan sel hyaline lebih spesifik dalam penggumpalan dan penyembuhan luka.

Hewan model paling populer dalam penelitian sistem imun pada avertebrata adalah *Drosophila* dan *Caenorhabditis elegans*, yang telah dikarakterisasi dengan baik, pengetahuan tentang kekebalan moluska cukup sedikit. Sebagai kelompok invertebrata, moluska tidak memiliki sistem imun adaptif yang kompleks dan bergantung pada sistem imun alami yang dimediasi oleh komponen seluler dan humoral untuk pertahanan melawan patogen (Loker *et al.*, 2004). Secara signifikan, penelitian terbaru telah mengungkapkan sistem imun spesifik utama pada moluska laut terhadap beberapa patogen penting; tentu saja, temuan ini akan membuka jalan untuk penelitian lebih lanjut terhadap sistem imun adaptif pada avertebrata (Cong *et al.*, 2008; Hanington *et al.*, 2010).

Sel hyalin yang merupakan sel yang paling umum ditemukan pada sel hemosit siput gonggong, *L. turturella*, ditandai dengan nukleus dan tidak ada granula pada sitoplasma, sedangkan sel granular siput gonggong yang merupakan sel paling sedikit pada gonggong hemolim memiliki nukleus dan di dalam sitoplasma terdapat beberapa granula. Granulosit pada tiram *S. kegaki*, *O. circumpicta*, dan *H. hyotis* mengandung banyak granula di sitoplasma dan membentuk banyak pseudopodia panjang. Sel hyalin pada *S. kegaki*, *O. circumpicta*, dan *H. hyotis* memiliki sitoplasma yang tidak mengandung atau sedikit granula, dan membentuk banyak pseudopodia panjang (Hong *et al.*, 2013).

KESIMPULAN

Total hemosit, persentase hyalin dan sel granular siput gonggong dari Kampung Madong dan Lobam relatif sama dan dalam kisaran normal ($< 1,0 \times 10^6$ sel/ mm^3). Jumlah total hemosit siput gonggong asal Kampung Madong dan Lobam secara berturut-turut adalah berkisar antara 77.000-166.600 sel/ mm^3 dan 71.000-165.000 sel/ mm^3 , persentase sel hyalin berkisar antara, 58%-80% dan 52%-70%, serta persentase sel granular berkisar antara 20%-42% dan 30%-48%. Sel hyalin yang diamati di mikroskop memiliki nukleus dan di dalam sitoplasmanya tidak terdapat granular, sedangkan sel granular pada gonggong memiliki nukleus dan di dalam sitoplasmanya terdapat beberapa granula.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor UMRAH, Ketua LP3M dan Kepala *Marine Biology Laboratory* UMRAH atas dukungan pembiayaan, fasilitas dan motivasi yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik, juga kepada Zulpikar, S.Pi (alumni Jurusan BDP UMRAH) atas bantuannya selama penelitian.

DAFTAR ACUAN

- Accorsi, A., Bucci, L., Eguileor, M.D., Ottaviani, E., & Malagoli, D. (2013). Comparative analysis of circulating hemocytes of the freshwater conch *canalicuta*. *Fish and Shellfish Immunology*, 34, 1260-1268.
- Ballina, N.R., Villalba A., & Cao, A. (2020). Differences in proteomic profile between two haemocyte types, granulocytes and hyalinocytes, of the flat oyster *Ostrea edulis*. *Fish and Shellfish Immunology*, 100, 456-466.
- Cong, M., Song, L., Wang, L., Zhao, J., Qiu, L., Li, L., & Zhang, H. (2008). The enhanced immune protection of Zhikong scallop *Chlamys farreri* on the secondary encounter with *Listonella anguillarum*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 151(2), 191-196.
- Ekawati, A.W., Nursyam, H., Widjayanto, E., & Marsoedi. (2012). Diatomae *Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan meningkatkan respon imun seluler udang windu (*Penaeus monodon* Fab.). *J. Exp. Life Sci.*, 2(1), 20-28.
- Estrada, N., Velázquez, E., Rodríguez-Jaramillo, C., & Ascencio, F. (2013). Morphofunctional study of hemocytes subnodosus from lions-paw scallop *Nodipecten subnodosus*. *Immunobiology*, 218, 1093-1103.
- Gianazza, E., Eberini, I., Palazzolo, L., & Miller, I. (2021). Hemolymph proteins: An overview across marine arthropods and molluscs. *Journal of Proteomics*, 245 pp.
- Hanington, P.C., Forsys, M.A., Dragoo, J.W., Zhang, S.M., Adema, C.M., & Loker, E.S. (2010). Role for a somatically diversified lectin in resistance of an invertebrate to parasite infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(49), 21087-21092.
- Hertika, A.M.Z., Supriatna, Darmawana, A., Nugroha, B.A., Handoko, A.D., Qurniawatri, A.Y., & Prasetyawatia, R.A. (2021). Profil hemosit susuh kura (*Sulcospira testudinaria*) dalam rangka mengevaluasi kualitas perairan wilayah konservasi Badher Bank, Desa Tawangrejo, Kecamatan Binangun, Kabupaten Blitar. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(1), 106-118.
- Hong, H., Kang, H., Le, T.C., & Choi, K. (2013). Comparative study on the hemocytes of subtropical oysters *Saccostrea kegaki* (Torigoe & Inaba, 1981), *Ostrea circumpicta* (Pilsbry, 1904), and *Hyotissa hyotis* (Linnaeus, 1758) in Jeju Island, Korea: Morphology and functional aspects. *Fish & Shellfish Immunology*, 35, 2020-2025.
- Liu, C.H. & Chen, J.C. (2004). Effect of ammonia on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus*. *Fish Shellfish Immunol*, 16, 321-334.
- Loker, E.S., Adema C.M., Zhang, S.M., & Kepler, T.B. (2004). Invertebrate immune systems—not homogeneous, not simple, not well understood. *Immunol. Rev.*, 198, 10-24. DOI: 10.1111/j.0105-2896.2004.0117.x. PMID: 15199951; PMCID: PMC5426807.
- Muzahar & Viruly, L. (2020). Identifikasi, reproduksi dan karakterisasi profil protein siput gonggong-ikon Kota Tanjungpinang. Tanjungpinang: Penerbit UMRAH Press, 66 hlm.
- Muzahar & Hakim, A.A. (2018). Spawning and development of dog conch *Strombus* sp. larvae in the laboratory. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 209-216.
- Muzahar, Zairin, M.Jr., Yulianda, F., Suprayudi, M.A., Alimuddin, & Effendi, I. (2020). Seleksi induk matang gonad pada siput gonggong *Laevistrombus turturella*. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 289-297. <http://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.28144>.
- Muzahar, Zairin, M.Jr., Yulianda, F., Suprayudi, M.A., Alimuddin, & Effendi, I. (2020). Embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong *Laevistrombus turturella* pada suhu inkubasi berbeda. *J. Riset Akuakultur*, 15(3), 159-164.
- Muzahar, Zairin, M.Jr., Yulianda, F., Suprayudi, M.A., Alimuddin, & Effendi, I. (2019). Pemijahan semi-buatan siput gonggong *Laevistrombus turturella* dengan induksi kombinasi hormon LHRH-a dan antidopamin. *J. Riset Akuakultur*, 14(4), 1-6.
- Muzahar, Putra, W.A., Zahra, A., & Viruly, V. (2020). Pengaruh pemberian ovaprim dan *human chorionic gonadotropin* (hCG) terhadap pemijahan siput gonggong *Laevistrombus turturella*. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3), 711-721. DOI: <http://doi.org/10.29244/jitkt.v12i3.31797>.
- Sung, H.H., Wu, P.Y., & Song, Y.L. (1999). Characterisation of monoclonal antibodies to haemocyte subpopulations of tiger shrimp (*Penaeus monodon*): Immunochemical differentiation of three major haemocyte types. *Fish Shellfish Immunol*, 9, 167-179.

- Thornqvist, P.O., Johansson, M.W., & Soderhall, K. (1994). Opsonic activity of cell adhesion proteins and b-1,3-glucan-binding proteins from two crustaceans. *Dev. Comp. Immunol.*, 18, 3-12.
- Viruly, L., Andarwulan, N. Tenawidjaja, M., & Nurilmala, M. (2019). Morphological and molecular partial histone-H3 characterization of Bintan Sea conch gonggong (*Strombus* sp.) as a species validation. *Hayati Journal of Bioscience*, 26(2), 56-62.
- Viruly, L., Andarwulan, N., Tenawidjaja, M., & Nurilmala, M. (2020). Penapisan senyawa bioaktif pada siput laut gonggong (*Laevistrombus turturella*) asal Bintan. *J. Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2), 206-214.