



Jurnal Sains Akuakultur Tropis
Departemen Akuakultur
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275
Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698
Email: sainsakuakulturtropis@gmail.com, sainsakuakulturtropis@undip.ac.id

**PERANAN SUPLEMENTASI MULTI ASAM AMINO TERHADAP
PENINGKATAN SINTASAN DAN KETAHANAN STRESS
LARVA RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)**

**The Effect of Multi Amino Acid Supplementation on Increasing Survival Rate
and Stress Resistance of Crab Larvae (*Portunus pelagicus*)**

Zulfiani^{1*}, Dewi Yuniati¹, Darsiani¹, Nurul Mutmainnah², Muh. Haikal Abdurrahman³

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat, Majene, Sulawesi Barat, Indonesia

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare, Kota Parepare, Sulawesi Selatan, Indonesia

³Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa, kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat.

* Corresponding author: zulfiani@unsulbar.ac.id

DOI: 10.14710/sat.v10i1.28710

Abstrak

Rendahnya tingkat ketahanan stres dan kelangsungan hidup (*survival rate*) larva rajungan (*Portunus pelagicus*), khususnya pada fase zoea hingga megalopa, menjadi kendala utama dalam pengembangan teknologi pembenihan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian asam amino dalam media pemeliharaan terhadap ketahanan stres dan sintasan larva, serta menentukan dosis terbaik. Penelitian dilaksanakan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dosis asam amino (0, 150, 200, 250 ppm) dan tiga ulangan. Larva zoea-1 dipelihara dalam 24 baskom plastik hitam berkapasitas 40 L, diisi air bersalinitas 32 ppt. Pakan berupa rotifer dan *Artemia salina*. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa pemberian asam amino berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap ketahanan stres dan tingkat sintasan. Dosis 250 ppm memberikan hasil terbaik dengan CSI terendah (99) dan sintasan tertinggi (30,45%), sementara dosis 0 ppm menunjukkan hasil terendah (CSI 130; sintasan 11,67%). Suplementasi asam amino dosis 250 ppm berpotensi meningkatkan keberhasilan pembenihan rajungan melalui peningkatan ketahanan stres dan sintasan larva.

Abstract

The low stress resistance and survival rate of swimming crab (*Portunus pelagicus*) larvae, particularly during the zoea to megalopa stages, remains a major challenge in hatchery development. This study aimed to evaluate the effect of amino acid supplementation in the rearing media on larval stress resistance and survival, as well as to determine the optimal dosage. The research was conducted at the Brackish Water Aquaculture Fisheries Center (BPBAP) in Takalar, using a Completely Randomized Design (CRD) with four amino acid dosage treatments (0, 150, 200, 250 ppm), each in triplicate. Zoea-1 larvae were stocked at a density of 100 larvae/L in 24 black plastic basins (40 L capacity) filled with seawater at 32 ppt salinity. The larvae were fed with rotifers and *Artemia salina*. ANOVA results showed that amino acid supplementation had a significant effect ($p < 0.05$) on stress resistance and survival rate. The 250ppm dosage yielded the best results, with the lowest CSI (99) and the highest survival rate (30.45%), while the control group (0 ppm) showed the lowest outcomes (CSI 130; survival 11.67%). Amino acid supplementation at 250 ppm is considered optimal and may enhance swimming crab hatchery success by improving larval stress resistance and survival.

PENDAHULUAN

Rajungan (*Portunus pelagicus*) merupakan salah satu komoditas perikanan bernilai ekonomi tinggi yang memiliki permintaan pasar yang terus meningkat, baik di tingkat domestik maupun internasional. Untuk memenuhi kebutuhan pasar tersebut, pengembangan teknologi budidaya yang efisien dan berkelanjutan khususnya pada tahap pembenihan menjadi langkah yang sangat penting. Namun demikian, salah satu tantangan utama dalam pembenihan rajungan adalah rendahnya tingkat sintasan larva, terutama pada fase transisi kritis dari stadia zoea ke megalopa. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa tingkat sintasan larva rajungan pada fase ini masih rendah, dengan kisaran antara 3,17% hingga 39% (Asis et al., 2016; Prastyanti et al., 2017; Abriyadi et al., 2017; Mutmainnah et al., 2020; AS et al., 2021; Mutmainnah et al., 2024).

Rendahnya tingkat sintasan tersebut umumnya disebabkan oleh tingginya tingkat stres yang dialami larva selama fase awal kehidupannya (Adya, 2023). Hal tersebut disebabkan karena kebutuhan nutrisi belum terpenuhi, sehingga pemanfaatan pakan yang belum optimal, serta sistem pencernaan larva yang masih belum sempurna, menyebabkan larva menjadi sangat rentan terhadap stres lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan nutrisi yang lebih tepat, termasuk penggunaan bahan organik yang mudah diserap, guna mendukung kelangsungan hidup larva pada fase kritis tersebut. Salah satu komponen nutrisi yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan ketahanan tubuh larva adalah asam amino. Asam amino terbagi menjadi dua asam amino esensial dan non esensial (Ediwarman et al, 2021). Selain berfungsi sebagai bahan penyusun protein, asam amino juga berperan dalam proses metabolisme, memperkuat sistem imun, memperbaiki jaringan tubuh, serta membantu larva dalam menghadapi stres oksidatif (Yang et al., 2023; Mutmainnah et al., 2024; 2025).

Pemberian suplementasi multi asam amino, baik melalui media pemeliharaan maupun pakan, merupakan salah satu strategi potensial yang dapat diterapkan dalam pembenihan rajungan. Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa suplementasi multi asam amino dapat meningkatkan tingkat sintasan pada berbagai spesies krustasea, seperti *Scylla tranquebarica* (Misbah, 2018), *Scylla serrata* (Alissianto et al., 2018), serta *Cherax quadricarinatus* (Mutmainnah et al., 2025). Namun, kajian ilmiah yang secara khusus mengevaluasi penerapannya pada larva rajungan masih sangat terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji lebih dalam pengaruh dan dosis terbaik pemberian suplementasi multi asam amino terhadap peningkatan sintasan dan ketahanan stres larva *Portunus pelagicus*.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga September 2023, berlokasi di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP), Desa Mappakalombo, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Kegiatan penelitian difokuskan pada pemeliharaan larva serta pengamatan terhadap tingkat sintasan dan ketahanan stres larva rajungan.

Hewan uji yang digunakan adalah larva rajungan stadia zoea-1 yang diperoleh dari hasil penetasan induk rajungan di BPBAP Takalar. Larva ditebar dengan kepadatan 100 ekor/L dan dipelihara hingga mencapai fase megalopa. Media pemeliharaan menggunakan 12 buah baskom plastik berwarna hitam berkapasitas 40 L, yang masing-masing diisi dengan 30 L air laut bersalinitas 32 ppt.

Pakan yang diberikan berupa pakan alami (rotifer dan nauplius *Artemia*), yang diberikan dua kali sehari pada pukul 07.00 dan 17.00 WITA. Rotifer diberikan mulai stadia zoea-1 hingga awal zoea-4 dengan kepadatan 50 individu/mL, sedangkan nauplius *Artemia* diberikan mulai stadia zoea-4 hingga megalopa dengan kepadatan 1–3 ekor/mL. Pemberian suplemen asam amino diberikan pada pagi hari satu kali per dua hari, dengan melarutkan kedalam media pemeliharaan larva secara merata sesuai dengan dosis perlakuan menggunakan pipet tetes.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dosis multi asam amino. Setiap perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Pemberian multi asam amino dilakukan setelah penebaran larva, sebanyak satu kali per hari pada pagi hari. Multi asam amino dilarutkan ke dalam media pemeliharaan secara merata menggunakan pipet tetes, sesuai dengan dosis perlakuannya. Adapun dosis pemberian sebagai berikut:

- A = 0 ppm
- B = 150 ppm
- C = 200 ppm
- D = 250 ppm

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi tingkat sintasan dan ketahanan stres larva. Pengambilan sampel untuk kedua parameter dilakukan pada akhir penelitian.

Tingkat sintasan dihitung menggunakan rumus:

$$SR = (N_o / N_t) \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Tingkat sintasan (%)

N_o = Jumlah larva pada awal penelitian (ekor)

N_t = Jumlah larva pada akhir penelitian (ekor)

Tingkat ketahanan stres dihitung berdasarkan Cumulative Stress Index (CSI), sesuai metode Ress et al. (1994), dengan rumus:

$$CSI = D_5 + D_{10} + \dots + D_n$$

Keterangan:

CSI = Cumulative Stress Index

D = Jumlah larva yang mati pada menit tertentu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Ketahanan Stres

Pengamatan terhadap tingkat ketahanan stres larva rajungan (*Portunus pelagicus*) berdasarkan *Cumulative Stress Index* (CSI) pada berbagai dosis multi asam amino selama masa pemeliharaan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata tingkat ketahanan stres larva rajungan berdasarkan *Cumulative Stress Index* (CSI) pada berbagai dosis multi asam amino.

Parameter	Suplemen Asam Amino (ppm)			
	0	150	200	250
CSI awal (ekor)	210 ± 0 ^a	210 ± 0 ^a	210 ± 0 ^a	210 ± 0 ^a
CSI akhir (ekor)	130 ± 7.8 ^d	123 ± 4.9 ^c	119 ± 1.7 ^b	99 ± 1.2 ^a

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% (p<0,05)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian multi asam amino pada hari ke-2 pemeliharaan belum berpengaruh nyata (p > 0,05) terhadap ketahanan stres larva rajungan. Namun, pada pengamatan akhir, terdapat pengaruh signifikan (p < 0,05), di mana pemberian multi asam amino mampu meningkatkan ketahanan stres larva. Pengamatan dilakukan menggunakan uji kejutan osmotik, dengan memasukkan larva ke dalam air tawar untuk mengukur kemampuan adaptasi.

Pada hari ke-2, nilai CSI masih tinggi di semua perlakuan, menandakan larva masih beradaptasi. Pada akhir penelitian, terjadi penurunan nilai CSI, dengan dosis 250 ppm menunjukkan hasil terbaik (CSI 99%), diikuti oleh 200 ppm (119%), 150 ppm (123%), dan kontrol (130%). Hasil ini membuktikan bahwa suplementasi multi asam amino dapat menurunkan tingkat stres dan meningkatkan ketahanan larva rajungan terhadap perubahan lingkungan. Menurut Misbah (2018) perubahan lingkungan pada fase larva sangat memengaruhi kondisi fisiologis tubuh, sehingga larva membutuhkan lebih banyak energi untuk beradaptasi. Bila asupan nutrisi tidak mencukupi, kebutuhan energi untuk mempertahankan kondisi tubuh di lingkungan baru tidak terpenuhi (Mutmainnah, 2019). Pada kondisi stres, terjadi realokasi energi metabolik, di mana energi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan dan reproduksi dialihkan untuk mempertahankan homeostatis tubuh, seperti respirasi, pergerakan, regulasi osmotik, dan perbaikan jaringan (Arifin, 2015). Lingkungan yang kurang optimal atau berubah secara drastis akan meningkatkan kebutuhan energi, yang pada akhirnya memengaruhi daya tahan tubuh larva.

Stres merupakan respon fisiologis yang terjadi pada organisme menjaga kondisi fisik sesuai dengan kondisi lingkungan. Penyebab stres mungkin timbul karena adanya perubahan lingkungan dan reaksi organisme lain. Stres juga dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup larva. Ketika stres eksternal terjadi, larva memerlukan energi dalam jumlah besar untuk mempertahankan homeostatis dalam tubuhnya. Apabila batas daya tahan tubuh tercapai atau terlampaui, maka dapat menyebabkan menurunnya daya tahan

tubuh larva dan menyebabkan kematian. Ciri-ciri kondisi larva rajungan yang mengalami stres akibat kejutan osmotik (paparan air tawar) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ciri-ciri kondisi larva rajungan (*Portunus pelagicus*) yang diberi kejutan osmotik

Perlakuan	Ciri-Ciri Kondisi Larva Rajungan <i>Portunus pelagicus</i> Yang Diberi Kejutan Osmotic	
	Pengamatan Awal Penelitian	Pengamatan Akhir Penelitian
0 ppm (Kontrol)	- Menit pertama semua larva turun ke dasar beaker gelas dan ada beberapa larva yang terlihat mengalami gangguan fisiologis yang dicirikan dengan tingkah laku yang tidak normal dari biasanya. - Adapun ciri-ciri yang pada saat pengamatan ialah larva bergerak berputar-putar dan naik turun - Pada menit pertama ada 3 ekor larva yang mati, selanjutnya di menit ke-2 ada 5 ekor larva yang mati dan di menit ke-3 semua larva mati	- Menit pertama larva rajungan masih bergerak normal dan semuanya masih berada dikolom air - Menit ke-3 sebagian larva turun ke bawah dan memberikan respon yang mulai tidak normal, yang dicirikan larva bergerak berputar-putar, abdomen bergerak menutup dan membuka. 2 ekor larva rajungan dalam kondisi tidak memberikan respon (mati) - Menit ke-4 semua larva berada didasar air
150 ppm	- Pada saat larva dimasukkan ke dalam air tawar semua larva turun ke dasar, lalu selang beberapa detik larva memberikan respon yang sangat aktif yang ditandai dengan tingkah laku yang tidak normal seperti, larva naik turun dan berputar-putar. - Setelah memberikan respon yang aktif, beberapa detik kemudian pergerakan larva mulai melambat, sampai larva tidak memberikan respon (mati). - Pada menit ke-2 ada 1 ekor larva yang mati - Menit ke-3 pergerakan larva mulai melambat dan ada 7 ekor yang mati - Pada menit ke-4 semua larva sudah tidak memberikan respon (mati)	1 ekor larva turun ke dasar wadah, beberapa masih ada di kolom air, pergerakan masih normal - Dimenit ke-2 Beberapa larva turun ke dasar permukaan, pergerakan masih aktif dan normal - Pergerakan larva mengikuti gerakan air, naik turun dan berputar-putar 4 ekor larva berada di dinding beaker gelas. - Menit ke-3 pergerakan beberapa larva mulai melambat dan abdomen larva mengatup-ngatup - Menit ke-5 semua larva berada di dasar media dan beberapa larva sudah tidak memberikan respon (Mati) - Menit ke-6 sampai menit ke-8 pergerakan larva mulai melambat dan beberapa tidak memberikan respon, di menit ke-9 semua larva berada di dasar dan sudah tidak ada respon (Mati)
200 ppm	- Menit pertama larva masih aktif bergerak dan larva turun ke dasar, beberapa detik kemudian larva mulai memberikan respon, ada yang berusaha untuk naik ke permukaan dan ada yang masih menetap di dasar berputar-putar - Di menit pertama ada 1 ekor yang mati dan dimenit ke-2 sampai menit ke-3 ada 8 ekor larva masih bertahan namun pergerakannya melambat dan setelah memasuki	- Berputar-putar, pergerakan naik turun - 5 ekor berada di dasar naik ke permukaan, posisi badan berbalik ke bawah, 1 ekor memiliki pergerakan yang lambat - Menit ke-6, larva yang masih berada di kolom air pergerakannya mulai melambat, turun kedasar dan sebagian larva masih bergerak naik turun di kolom air - Menit ke-7 dan ke-8 semua larva mengendap dan berputar-putar didasar, pergerakan mulai melambat

	menit ke-4 semua larva tidak memberikan respon (mati)	• Menit ke-9 semua larva mengendap dan tidak ada pergerakan (mati)
250 ppm	• Menit pertama semua larva turun ke dasar dan di dasar terlihat pergerakan larva masih bergerak normal dan ada 2 ekor larva yang tidak memberikan respon (mati) • Pada menit ke-2 pergerakan larva tidak normal dan di menit ini ada 7 ekor larva tidak memberikan respon (mati) • Pada menit ke-3 terlihat beberapa larva bagian abdomennya melengkung dan mengatup-ngatup, dimenit yang sama semua larva sudah tidak memberikan respon (mati)	• Menit pertama dan ke-2 larva berenang secara normal • Menit ke-3, 1 ekor larva mengendap di dasar dan pergerakan mulai melambat dan di menit ke-4 larva tersebut tidak bergerak (mati) • Menit ke-5 sampai 7 larva larva naik turun dan berputar-putar di kolom air • Menit ke 8 sebagian larva turun ke dasar dengan pergerakan melambat • Menit ke-9 sebagian larva mulai menggelepar didasar dan sebagian masih berada di kolom air • Menit ke-10 sebagian larva yang mengendap di dasar mulai tidak gerak (mati) • Menit ke-11 sampai 13 larva yang masih berada di kolom air semua turun ke dasar dan pergerakannya berputar-putar melambat • Di menit ke-14 semua larva mengendap di dasar dan tidak bergerak (mati)

Sintasan

Pengamatan terhadap *survival rate* (tingkat kelangsungan hidup) larva rajungan (*Portunus pelagicus*) pada berbagai dosis multi asam amino selama masa pemeliharaan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata sintasan larva rajungan pada berbagai dosis multi asam amino.

Parameter	Suplemen Asam Amino (ppm)			
	0 (Kontrol)	150	200	250
Sintasan (%)	11,67 ± 0.03 ^d	20,29 ± 0.02 ^c	27,60 ± 0.64 ^b	30,45 ± 0.6 ^a

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% (p<0,05)

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian multi asam amino berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) terhadap tingkat sintasan larva rajungan. Uji lanjut W-Tukey memperlihatkan bahwa perlakuan dengan dosis 250 ppm memberikan perbedaan nyata (p < 0,05) dibandingkan dengan perlakuan dosis lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian ini, pemberian multi asam amino dengan dosis 250 ppm mampu meningkatkan sintasan larva hingga 30,45%. Tingginya tingkat sintasan pada dosis ini mengindikasikan bahwa suplementasi multi asam amino memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan kelangsungan hidup larva rajungan. Hal ini menunjukkan bahwa dosis 250 ppm merupakan dosis yang optimal, di mana larva dapat memanfaatkan asam amino yang tersedia di media sebagai sumber energi tambahan untuk mempertahankan sintasannya. Sebaliknya, pada perlakuan kontrol (0 ppm) tanpa penambahan multi asam amino, tingkat sintasan hanya mencapai 11,67%. Rendahnya sintasan ini disebabkan oleh tidak adanya asupan tambahan berupa asam amino, sehingga kebutuhan energi larva hanya mengandalkan pakan alami yang diberikan.

Peranan asam amino dalam mendukung kelangsungan hidup larva sangat penting, mengingat asam amino merupakan komponen utama dalam pembentukan protein (Meilisza dan Subamia, 2020). Protein sendiri berperan vital dalam pertumbuhan, perbaikan jaringan, produksi enzim, serta mendukung sistem imun. Kualitas dan kuantitas protein dalam pakan berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan sintasan organisme akuatik (Iii, 2021).

Tingkat kelangsungan hidup larva dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik biotik maupun abiotik. Faktor biotik meliputi kondisi fisiologis, umur, serta kemampuan adaptasi individu. Sedangkan faktor abiotik mencakup kualitas media pemeliharaan, ketersediaan pakan, kepadatan populasi, serta keberadaan predator

atau patogen di lingkungan. Selain itu, faktor lain seperti tahapan siklus hidup, metode penanganan, dan teknik pemeliharaan juga dapat memengaruhi keberhasilan hidup larva (Yurisman dan Heltonika, 2010)

KESIMPULAN

Pemberian asam amino dalam media pemeliharaan larva rajungan terbukti berpengaruh nyata terhadap ketahanan stres dan tingkat sintasan. Dosis 250 ppm merupakan dosis terbaik yang mampu meningkatkan ketahanan stres (CSI 99) dan sintasan larva hingga 30,45%, dibandingkan dosis kontrol (0 ppm) yang hanya mencapai 11,67%. Suplementasi asam amino dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan keberhasilan tahap awal pembenihan rajungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan sejawat atas masukan dan kolaborasinya dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriyadi, H., Nikhlani, A., & Sukarti, K. (2017). Pemberian hormon fitoekdisteroid (Vitamolt) pada pakan alami terhadap sintasan larva rajungan (*Portunus pelagicus*) pada stadia zoea-megalopa. *Jurnal Aquawarman*, 3(2), 1–8.
- Adya, A. (2023). *Pengaruh pemberian mikronutrien terhadap ketahanan stres dan sintasan larva rajungan (Portunus pelagicus)* (Skripsi, Universitas Hasanuddin).
- Alissianto, Y. R., Sandriani, Z. A., Rahardja, B. S., Agustono, & Rozi. (2018). The effect of amino acid lysine and methionine addition on feed toward the growth and retention on mud crab (*Scylla serrata*). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing.
- Arifin, M. Y. (2015). *Respons fisiologis benih udang mantis (Harpiosquilla raphidea) pasca transportasi sistem kering, lembab dan basah* (Tesis Magister, Program Studi Ilmu Akuakultur, Institut Pertanian Bogor).
- AS, A. P., Mastuti, R., & Sinaga, S. (2021). Pengaruh penggunaan substrat yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(3), 263.
- Azis, F., Fujaya, Y., & Karim, M. Y. (2016). Pengaruh berbagai intensitas cahaya terhadap laju pemangsaan pakan dan sintasan larva rajungan (*Portunus pelagicus*) stadia zoea. *Jurnal Sains & Teknologi*, 16(1), 62–69.
- Ediwarman, Syahrizal, & Panigoro, N. (2021). Penggunaan metionin dan lisin pada pakan mandiri berbasis bahan baku lokal terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan pada pembesaran ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 6(1), 9–18.
- Meilisza, N., & Subamia, I. W. (2020). Gambaran profil asam amino dalam formulasi pakan ikan pada berbagai rasio tepung maggot dan tepung cacing tanah. *Media Akuakultur*, 13(3), 147–154.
- Misbah, I. (2018). Kajian kombinasi salinitas dan asam amino terlarut pada pemeliharaan larva kepiting bakau (*Scylla tranquebarica* Fabricius, 1798). Disertasi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin.
- Mutmainnah, N., Karim, M. Y., & Aslamyiah, S. (2019). The effect of dissolved glucose on survival rate and performance of swimming crab larvae *Portunus pelagicus* from zoea stadia to megalopa. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(6), 85–88.
- Mutmainnah, N., Karim, M. Y., & Achmad, M. (2020). Efek warna wadah terhadap performa larva rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Galung Tropika*, 4(1), 50–57.
- Mutmainnah, N., et al. (2024). Laju metamorfosis larva rajungan (*Portunus pelagicus*) stadia zoea hingga megalopa melalui penambahan multi asam amino. *Jurnal Galung Tropika*, 13(1), 1–10.
- Mutmainnah, N. M. Y., Lidya, L., Zulfiani, Z., & Yani, F. I. (2025). Analysis of glucose and amino acid combination for *Cherax quadricarinatus* growth and characteristics. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 14(1), 45–51.
- Prastyanti, K. A., Yustiati, A., Sunarto, & Andriani, Y. (2017). Kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva rajungan (*Portunus pelagicus*) melalui pemberian nauplius *Artemia* yang diperkaya dengan minyak ikan dan minyak jagung. *Indonesian Journal of Aquatic Science*, 7(3).
- Yang, L., Chu, Z., Liu, M., Zou, Q., Li, J., Liu, Q., Wang, Y., Wang, T., Xiang, J., & Wang, B. (2023). Amino acid metabolism in immune cells: Essential regulators of the effector functions, and promising opportunities to enhance cancer immunotherapy. *Journal of Hematology & Oncology*, 16(59).
- Yurisman, & Heltonika, B. (2010). Pengaruh kombinasi pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan selais (*Ompok hypophthalmus*). *Berita Perikanan Terubuk*, 38(2), 80–94