



Respon imun non spesifik lobster batik (*Panulirus longipes*) pada salinitas berbeda

[Non specific immune response of batik lobster (*Panulirus longipes*) at different salinity]

Muhammad Haikal Abdurachman^{1*}, Adi Suriyadin¹, Zulfiani²

¹ Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Raya Olat Maras Batu Alang, Pernek, Kec. Moyo Hulu, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Bar. 84371

² Program Studi Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat, Jalan Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H, Talumung, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat 91412

ABSTRACT | Salinity has gave significant impact to stress levels that trigger of adjustment hemocyst with surroundings. The research aims to identify the Ideal maintenance of salinity on batik lobster (*Panulirus longipes*). It was conducted during at ninety days for maintenance period from September 2019 to Januari 2020 in Mata Shrimp Seeds Center, Kendari City. The Animals studied were batik lobsters (*P. longipes*) caught by nature with the male lobsters weighed 235±60 g and females were 237±50 g and total lobster under testing of 36 lobsters. The research had several test parameters used to determine the effect of salinity such Osmotic Pressure (TKO), Total Hemocyte Count (THC) and histology of female gills. The statistical test Univariate Analysis of Variance and Duncan Test if (P<0.05) just used TKO parameters. The study discovered that TKO value of 833-1318 mOsmo/L with salinity exerting a strong influences (P<0.05). THC parameters of males showed a low stress response with a range of 3x10⁶ - 14x10⁶ cells/mL, it contrasts with the females had a high stress response with a range of 3x10⁶ - 25x10⁶ cells/mL. The Conclusion was the male lobsters gave a low stress response with the ideal salinity of the cultivation, especially at 31‰ and 34‰ were based on good response of maintenance TKO values and low stress levels on THC values.

Key words | batik lobster, sex, salinity, total haemocyte count

ABSTRAK | Salinitas menjadi memberikan dampak signifikan terhadap tingkat stress yang memicu penyesuaian hemostasis dengan lingkungannya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui salinitas pemeliharaan yang ideal untuk lobster batik (*Panulirus longipes*). Penelitian ini dilaksanakan selama 90 hari untuk masa pemeliharaan, yakni pada bulan September 2019 – Januari 2020. Bertempat di Balai Benih Udang Mata, Kota Kendari. Hewan uji yang digunakan adalah lobster batik (*P. longipes*) hasil tangkapan alam dengan berat jantan adalah 235±60 g dan betina adalah 237±50 g, dengan total lobster adalah 36 ekor. Terdapat beberapa parameter uji yang digunakan untuk mengetahui pengaruh salinitas seperti, Tingkat Osmolaritas (TKO), Total hemosit Count (THC) dan histology insang betina. Uji statistic Univariate Analysis of Variance dan Uji Duncan jika (P<0.05) hanya dilakukan parameter TKO. Hasil penelitian ini adalah nilai TKO 833-1318 mOsmo/L, dengan salinitas memberikan pengaruh kuat (P<0.05). Parameter THC jantan menunjukkan respon stress yang rendah dengan kisaran 3x10⁶ - 14x10⁶ sel/mL, berbeda dengan betina memiliki respon stress yang tinggi dengan kisaran 3x10⁶ - 25x10⁶ sel/mL. Kesimpulan umum dari hasil penelitian ini yaitu lobster jantan memberikan respon stress yang rendah, salinitas yang ideal untuk budidaya lobster secara terkhusus pada 31‰ dan 34‰ berdasarkan respon yang baik untuk pemeliharaan berdasarkan nilai TKO dan tingkat stres yang rendah berdasarkan nilai THC.

Kata kunci | lobster batik, jenis kelamin, salinitas, total hemosit count

Received | 25 April 2023, **Accepted** | 9 Juni 2023, **Published** | 8 November 2023.

***Koresponden** | Muhammad Haikal Abdurachman, Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa. **Email:** muh.haikal.a@gmail.com

Kutipan | Abdurachman, M.H., Suriyadin, A., Zulfiani, Z. (2023). Respon imun non spesifik lobster batik (*Panulirus longipes*) pada salinitas berbeda. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 5(2), 125-131.

p-ISSN (Media Cetak) | 2657-0254

e-ISSN (Media Online) | 2797-3530



© 2023 Oleh authors. [Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan](#). Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).

PENDAHULUAN

Tercatat Indonesia memiliki tujuh jenis *spiny* lobster dan terus mengalami tereksplorasi penangkapan,

karena permintaan serta nilai ekonomis tinggi [Yusnaini et al. \(2020\)](#). Salah satu jenisnya adalah lobster batik (*P. longipes*) dengan nilai ekonomis tinggi dan tersebar di beberapa daerah Indonesia

yakni pantai Selatan Jawa (Pratiwi, 2013), Sulawesi, Ambon dan Papua Barat (Wahyudin, 2016) dan Pulau Lombok (Nurfiarini & Purnamaningtyas, 2017).

Aplikasi metode budidaya lobster dengan menciptakan lingkungan yang sesuai habitatnya dapat memaksimalkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup (Vidya & Joseph, 2012; Abdurachman *et al.*, 2020; Abdurachman, 2022). Salinitas adalah parameter penting yang memiliki batas toleransi optimum terhadap tubuh lobster melalui mekanisme osmoregulasi (Abdurachman *et al.*, 2022). Dampak lain dari salinitas mengakibatkan *shock osmotik* yang menyebabkan hilangnya fungsi kemoreseptor sebagai bentuk penurunan kemampuan kognitif, sedangkan efek jangka panjangnya adalah perubahan status kesehatan, namun masih lebih baik dibandingkan pengaruh parameter lingkungan lainnya (Evans, 2008).

Toleransi tubuh terhadap salinitas telah dijabarkan melalui mekanisme osmoregulasi dan perubahan respon imun non sepefik (Abdurachman *et al.*, 2020). Respon imun non spesifik adalah sistem pertahanan tubuh yang terdiri atas sel hemosit dengan fungsi penting dalam aktivitas fagositosis atau aktivitas memakan sel asing yang masuk dalam tubuh (Jussila *et al.*, 1997). Sedangkan peningkatan jumlah dan volume ukuran hemosit juga teridentifikasi sebagai bentuk adaptasi tubuh sebagai upaya *maintenance* tubuh atas semua pengaruh eskternal (Evans, 2008; Supriyono *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui salinitas ideal untuk budidaya lobster batik (*P. longipes*) skala *indoor*. Lebih lanjut, informasi terkait toleransi tubuh lobster dan kapasitasnya terhadap fluktuatif salinitas sampai saat masih belum banyak terungkap, sehingga hal ini tentunya sangat penting utamanya dalam pengembangan sistem budidaya komersial dimasa depan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 90 hari untuk masa pemeliharaan. Bertempat di Balai Benih Udang Mata, Kota Kendari. Pengamatan hemosit lobster dilakukan di UPTD Laboratorium Biologi Dasar, Universitas Halu Oleo (UHO) Pengukuran TKO dilakukan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluh Perikanan (BPBAP3) Maros. Pembuatan slide histologi dilakukan di Balai

Veteriner Maros, Sulawesi Selatan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah blower, handrefraktometer, timbangan digital, pH meter, seser, waring, mikroskop, hemocytometer, kaca preparat, syringe, tabung microtube. Bahan yang digunakan adalah lobster batik (*P. longipes*), Na sitrat, kerang coklat (*Modiolus modlaides*), aquades dan formaldehid 10%.

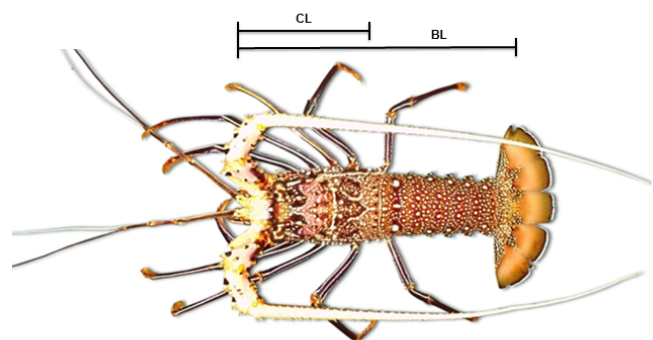
Rancangan Penelitian

Percobaan ini merujuk pada salinitas uji pada beberapa peneliti sebelumnya yakni Vidya & Joseph (2012), menjabarkan bahwa salinitas 35‰ memberikan respon terbaik pada pertumbuhan lobster. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial yang terdiri atas perlakuan salinitas dan faktor jenis kelamin dengan ulangan individu lobster, diantaranya: A1: jantan (28‰), A2: betina (28‰); B1: jantan (31‰), B2: betina (31‰); dan C1: jantan (34‰), C2: betina (34‰).

Prosedur Penelitian

Hewan Uji dan Salinitas Uji

Lobster yang digunakan adalah jenis lobster batik (*P. longipes*) (gambar 1) dari hasil tangkapan alam di perairan Buton Utara, Kecamatan Ereke, Provinsi Sulawesi Tenggara dengan ukuran jantan berat 235±60 g, panjang karapas 8.45 ±0.75 cm dan lebar karapas 4.74±0.55 cm. Sedangkan berat betina 237±50 g, panjang karapas 7.94 ±0.74 cm dan lebar karapas 4.8±0.45 cm. Total lobster yang digunakan adalah 36 ekor.



Gambar 1. Morfologi lobster batik (*P. longipes*), CL: Carapace length, BL: Body length, (Sumber: Dokumen pribadi).

Air laut yang dipergunakan telah disaring menggunakan filter fisik, kemudian diendapkan selama 3 hari, kemudian lanjutkan dengan proses di UV sebelum dimasukkan dalam bak penampungan khusus. Salinitas awal air laut yang dipergunakan

adalah 36‰ dan diturunkan hingga salinitas uji menggunakan persamaan berikut.

$$S2 = \frac{a \times S1}{n + a}$$

Keterangan:

- S2 : Salinitas target (‰)
 S1 : Salinitas air laut yang diencerkan (‰)
 a : Volume air laut yang diencerkan (L)
 n : Volume air tawar (L)

Wadah Penelitian

Wadah yang digunakan adalah bak beton berukuran 300 x 200 x 150 cm yang dipetak menjadi enam bagian menggunakan waring hitam berbentuk persegi panjang berukuran 90 x 90 x 120 cm. Lobster kemudian diseleksi berdasarkan ukuran dan kondisi fisik, selanjutnya diadaptasikan selama 45 hari pada salinitas 36‰. Satu minggu sebelum masa pemeliharaan, salinitas akan diturunkan 2‰/ hari hingga mencapai salinitas uji. Sedangkan pergantian air dilakukan 30% setiap 30 hari, dengan terlebih dahulu menyediakan air laut pada bak penampungan, sesuai dengan salinitas uji. Pakan yang digunakan adalah jenis kerang coklat (*Moludus modulaides*), diberikan secara ad libitum dan diperoleh dari Perairan Desa Tapulaga. Frekuensi pemberian pakan dilakukan tiga kali pada pukul 06:00, 17:00 dan 00:00 WITA dengan persentase terbesar diberikan pada malam hari (Haikal *et al.*, 2017). Sedangkan pembersihan feses dan sisa pakan dilakukan setiap hari menggunakan jaring khusus.

Sampling Lobster

Penimbangan lobster dilakukan pada awal dan akhir penelitian, sampling *Total Hemosit Count* (THC) dilakukan setiap 30 hari, dimana pengambilan hemolim dilakukan disela *prosoma* dan *opisthosoma* menggunakan syringe 0.5 mL yang telah ditambahkan Na Sitrat dengan perbandingan 1:1. Tingkat Kerja Osmotik, hemolim diambil menggunakan syringe 0.5 mL dan telah dibilas Na-sitrat kemudian dipindahkan kedalam tabung apendof 1.5 mL dan dibekukan dalam freezer dengan suhu -17°C. Sedangkan histologi dilakukan pada organ insang dengan diawal dan akhir penelitian.

Parameter Penelitian

Analisis TKO mengacu pada prosedur standar yang dilakukan BPBAP3 Maros, di mana TKO diukur menggunakan alat Fiskel Model 210 Micro-Osmometer. Nilai TKO dihitung menggunakan rumus Lignot *et al.* (1999) berikut:

$$TKO = OM - OH$$

Keterangan:

- TKO : Tingkat kerja osmotik (mOsm/L)
 OM : Osmolaritas media (mOsm/L)
 OH : Osmolaritas hemolimfa (mOsm/L)

Nilai Total Hemosit Count (THC) dihitung dengan mengacu pada Blaxhall & Daisley (1973) sebagai berikut,

$$THC = \sum sel \times \frac{1}{Volume Kotak} \times fp$$

Keterangan:

- THC : Total Hemosit Count
 Fp : Faktor pengencer

Pembuatan preparat histologi mengacu pada prosedur Balai Besar Veteriner Maros. Dimulai dari fiksasi menggunakan larutan Formaldehid 10%. Berikutnya adalah dehidrasi menggunakan alkohol bertingkat 70%, 80%, 90% dan alkohol absolut masing-masing pada waktu berbeda. Selanjutnya adalah penjernihan menggunakan xylol I dan II masing-masing selama 15 menit. Berikutnya adalah penanaman organ atau embedding menggunakan parafin yang terlebih dahulu dipanaskan agar mencair. Perolehan irisan organ adalah dengan menggunakan mikrotom dengan ketebalan 5 µm. Tahap akhir adalah pewarnaan menggunakan haematoxylin selama 15 menit dan eosin selama 10 menit. Setelah itu sampel dimasukkan dalam larutan alkohol bertingkat, xylol I dan II masing-masing selama 1 menit, terkecuali xylol direndam selama 30 menit.

Data Analysis

Pengaruh salinitas terhadap tekanan osmotik dianalisis menggunakan Univariate Analysis of Variance dan dilanjutkan dengan Uji Duncan jika (P<0.05) menggunakan Software SPSS V. 25.0. Sedangkan parameter THC dan histologi dianalisis secara deskriptif.

HASIL

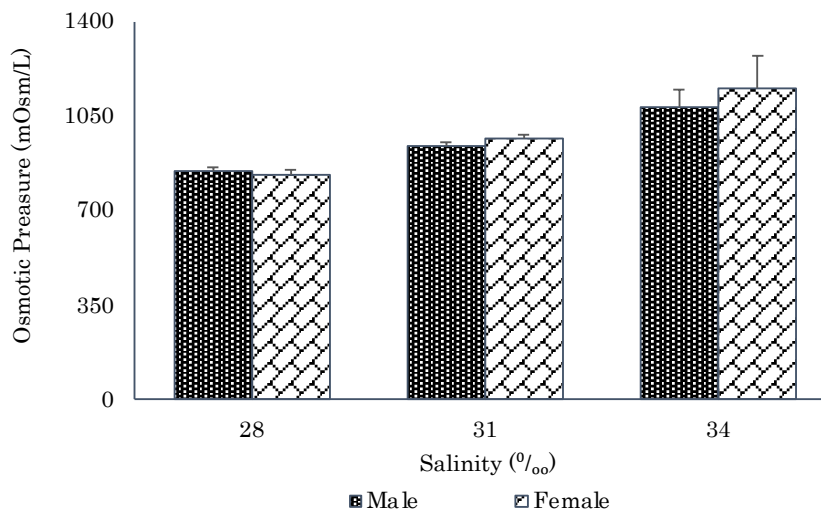
Hasil penelitian ini dijabarkan dalam tiga parameter meliputi TKO yang mendeskripsikan kondisi kesetimbangan ionik tubuh. Selanjutnya THC yang menjadi indikator kondisi stres dan kesehatan lobster. Sedangkan histologi insang untuk mendeskripsikan dampak terhadap organ pernapasan yang berhubungan langsung dengan salinitas.

Tingkat Kerja Osmotik (TKO)

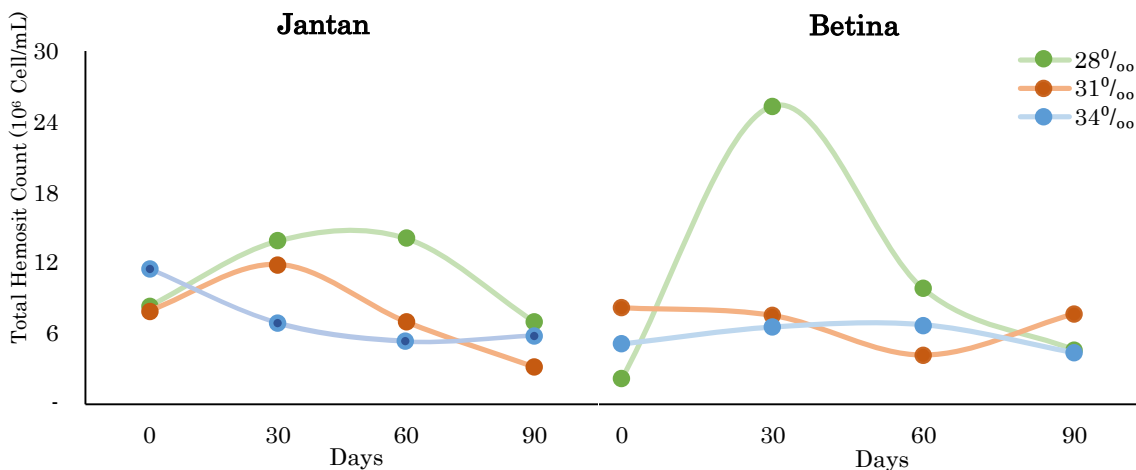
Salinitas memiliki pengaruh kuat ($P < 0.05$) dibandingkan dengan jenis kelamin. Sedangkan hasil uji Duncan memperlihatkan perbedaan antara tiap salinitas. Nilai terendah ada pada salinitas 28‰ yakni 833 mOsm/L (betina) dan 844 mOsm/L (jantan). Sedangkan Nilai tertinggi ada pada salinitas 34‰ yakni 1082 mOsm/L (jantan) dan 1150 mOsm/L (betina) (Gambar 2).

Total Hemosit Count (THC)

Perebedaan nilai THC lobster jantan dan betina. Umumnya lobster jantan memiliki kisaran dan fluktuatif lebih rendah dibandingkan dengan lobster betina. Walaupun demikian salinitas 28‰ memberikan dampak signifikan terhadap nilai THC lobster jantan betina, sedangkan salinitas 31‰ memberikan dampak paling stabil terhadap peningkatan dan fluktuatif THC. Umumnya lobster jantan memiliki nilai THC tertinggi berada pada salinitas 28‰ dengan kisaran $7.01 \pm 3.25 \times 10^6$ sel/mL sampai dengan $14.05 \pm 8.06 \times 10^6$ sel/mL.



Gambar 2. Tekanan osmotik lobster jantan dan betina lobster batik (*P. longipes*) pada salinitas berbeda: A (28‰), B (31‰) dan C (34‰) selama masa pemeliharaan.



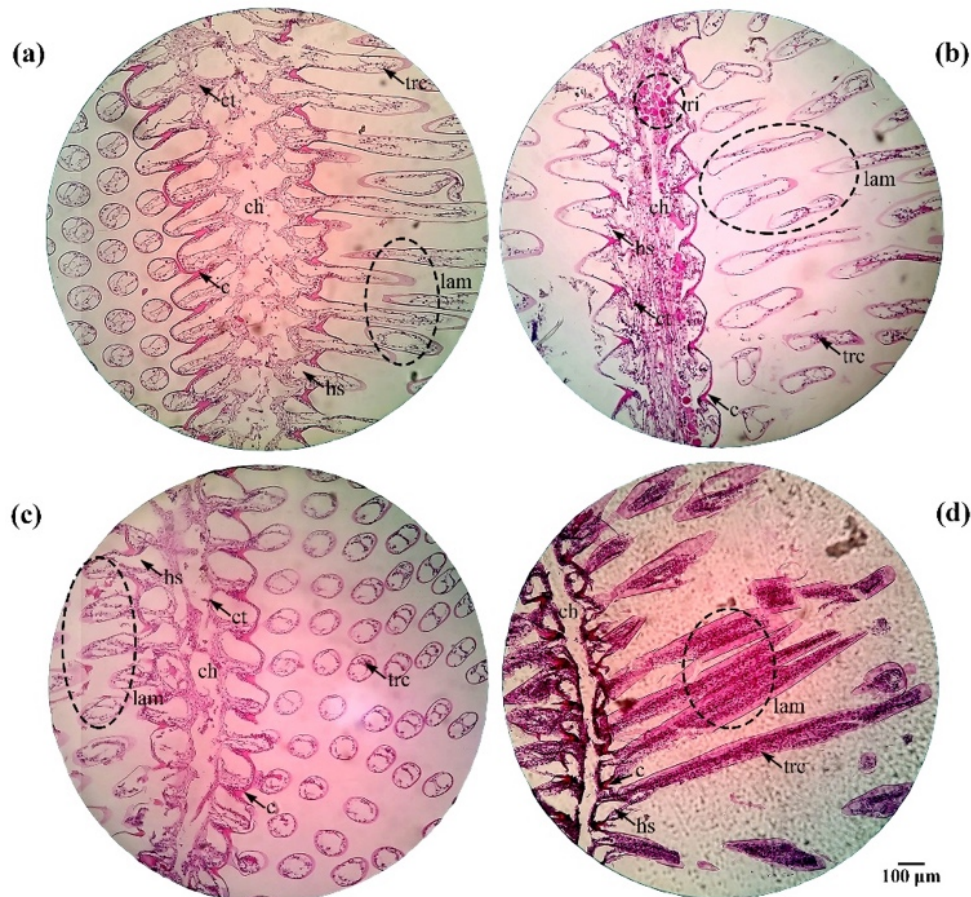
Gambar 3. Total Hemosit Count (THC) jantan dan betina lobster batik (*P. longipes*) pada salinitas berbeda: A (28‰), B (31‰) dan C (34‰) dalam waktu berbeda: 0, 30, 60 dan 90 hari.

Sedangkan nilai terendah berada pada salinitas 34‰ dengan kisaran $5.33 \pm 1.92 \times 10^6$ sel/mL. Berbeda dengan lobster betina dengan nilai THC tertinggi berada pada salinitas 28‰ dengan kisaran $4.0 \pm 2.1 \times 10^6$ sel/mL sampai dengan $25.7 \pm 23.8 \times 10^6$ sel/mL. Sedangkan nilai terendah ada pada salinitas

34‰ dengan kisaran $4.38 \pm 3.05 \times 10^6$ sel/mL sampai dengan $6.71 \pm 5.23 \times 10^6$ sel/mL (Gambar 3).

Histologi

Dampak salinitas terhadap insang juga dipaparkan melalui gambaran histologi yang sebagai berikut.



Gambar 4. Histologi insang lobster batik betina (*P. longipes*): A (28‰), B (31‰), C (34‰) pada hari ke 90 dan D (sebelum pemeliharaan) (skala bar: 100 µm). C: kutikula, ch: saluran hemolimfa, ct: jaringan ikat, hs: hemal sinus, lam: lamela, trc: sel trabecular dan ri: reserve inclusion.

Struktur insang. Umumnya insang tersusun atas beberapa organel seperti, jaringan lamela, jaringan ikat, kutikula dan saluran hemolimfa. Sedangkan perbedaan paling signifikan nampak pada ukuran sel jaringan dan adanya reserve inclusion pada salinitas 31‰ (Gambar 4).

PEMBAHASAN

Salinitas memberikan dampak terhadap seluruh fisiologi tubuh. Sedang respon utama tubuhnya adalah dengan peningkatan tekanan osmotik akan bertambah seiring dengan peningkatan salinitas. Berikut tekanan osmotik tubuh beberapa jenis lobster dengan nilai salinitas: *P. longipes* pada salinitas 36‰ berkisar 1120 sampai 1318 mOsm/L (Dall, 1974), american lobster jenis *Homarus americanus* pada salinitas 31‰ adalah 900 mOsm/L (Charmantier *et al.*, 1984) dan *P. elephas* pada salinitas 28‰ adalah 895 mOsm/L (Lucu *et al.*, 2000).

Lobster batik jantan ataupun betina memiliki kemampuan osmokonformers yang sama, hal ini

dapat dilihat pada nilai TKO (Gambar 2). Kandungan ion Na dan Cl yang dalam air laut mengakibatkan perbedaan tekanan osmotik tubuh dengan perubahan diameter hemosit (Abdurachman *et al.*, 2020). Aktivitas Na⁺, K⁺, ATPase melalui proses difusi dan osmosis akan melibatkan proses difosforilasi oleh ATP yang mengakibatkan mobilisasi protein pada transfer Na⁺ membran. Berbeda K⁺ akan mengikat permukaan ekstraseluler dan mengembalikan protein kebentuk awal (Lucu *et al.*, 2000). Secara internal dari dalam tubuh terdapat tekan hidrostatis untuk mempertahankan cairan tubuh. Upaya tersebut melibatkan sitoplasma dalam mempertahankan permeabilitasnya. Kondisi tersebut menyebabkan anisosmotik dan isosmotik yang memungkinkan terjadi pembekakan atau penyusutan sel (Evans, 2008). Sedangkan, dampak berkepanjangannya adalah perubahan organ, energi tubuh, utamanya pada metabolisme lemak dan protein tubuh yang diedarkan melalui hemolimfa keseluruhan tubuh (Charmantier *et al.*, 1984). Lebih lanjut, pengaruh salinitas terhadap selisih bobot dan tingkat kelangsungan hidup lobster selama masa pemeliharaan adalah upaya adaptasi tubuh melalui

mekanisme osmoregulasi (Abdurachman *et al.*, 2020 & Abdurachman, 2022).

Dampak awal salinitas terhadap kondisi osmotik tubuh menyebabkan perubahan ukuran hemosit atau sel darah dan mampu memicu stres (Adeogun *et al.*, 2015). THC sendiri adalah respon imun non spesifik yang dapat berubah karena berbagai faktor eksternal seperti salinitas (Vergheese *et al.*, 2007). Berikut nilai THC pada beberapa jenis lobster seperti *P. cygnus* dalam kondisi sehat adalah $5.6 \pm 0.7 \times 10^6$ sel/mL (Jussila *et al.*, 1997). Sedangkan batas maksimum nilai THC normal *P. elephas* adalah $11 \pm 16 \times 10^6$ sel/mL (Filiciotto *et al.*, 2014). Variasi nilai THC dapat menjabarkan tingkat stres tubuh secara umum. Menurut Evans (2008), penurunan THC dapat memicu pelepasan *peroksinektin*. Vergheese *et al.* (2007), berberda ketika THC mengalami peningkatan, maka kecenderungan tubuh akan memproduksi *phenoloxidase*. Semua respon yang terjadi dapat menyebabkan proses fagositosis sebagai respon imun tubuh dalam menurunkan potensi sel asing yang masuk dalam tubuh.

Kemampuan tubuh dalam mendistribusikan mineral, nutrisi, oksigen, cairan tubuh hingga partikel lainnya tidak lepas dari peran hemosit. Sedangkan dominasi kadar garam berlebih dalam darah menyebabkan *hypoxia* sebagai akibat *hyperglycaemia* dan berkurangnya total protein tubuh (Filiciotto *et al.*, 2014). Kondisi tersebut mengakibatkan penurunan protein hemosit dan peningkatan glukosa (Supriyono *et al.*, 2017). Sedangkan itu, terjadi peningkatan lipid pada membrane atau penyusutan sel dan produksi gliserol untuk mendukung fungsi ion anorganik dan protein sitoplasma dalam menjalankan mekanisme osmoregulasi pada tubuh. Dampak tersebut dapat diamati pada kondisi insang sebagai organ utama yang berperan dalam proses respirasi (Evans, 2008).

Gambar 4 diperlihatkan kondisi insang lobster betina yang dipelihara pada salinitas berbeda. Secara visual perbedaan mendasar dapat dilihat pada ukuran *hemolymph channel* yang semakin besar akibat rendahnya salinitas. Selain itu, sel *trabecular* insang lobster mengalami penurunan sebelum dan sesudah pemeliharaan. Menurut Charmantier *et al.* (1984) & Lucu *et al.* (2000) air laut mengandung 12 ion garam untuk kondisi tertentu salinitas mempengaruhi insang terhadap perubahan struktur dan lamela. Sedangkan Jussila *et al.* (1997), salinitas rendah menyebabkan penumpukan sel *lamella* yang semakin tebal, sedangkan salinitas tinggi

mengakibatkan degradasi *lamella* insang.

Difusi dan osmosis mengakibatkan perubahan ukuran jaringan insang, di beberapa kasus dengan salinitas rendah akan mempengaruhi permeabilitas (Charmantier *et al.*, 1984; Jussila *et al.*, 1997; & Lucu *et al.*, 2000). Permeabilitas insang dan kemampuan osmoregulasi, utamanya pada salinitas tinggi mengakibatkan penyusutan *lamella* atau beberapa jaringan insang lainnya. Sedangkan perubahan ukuran, bentuk dan fungsi organ adalah dampak dari transfigurasi ion Na^+ , K^+ dan ATPase (Evans, 2008). Untuk jangka waktu yang lebih lama, mengakibatkan proses detoksifikasi pada insang dengan melibatkan lipid dalam menjaga elastisitas sebagai upaya penyesuaian diri (Jussila *et al.*, 1997). Kondisi ini melibatkan *afere*n dan *efere*n *lamella*, sehingga sel *trabecular* dan bentuk saluran hemolimfa mengalami penyusutan dengan semakin tingginya salinitas (Evans, 2008).

KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, simpulan penelitian ini adalah jenis kelamin lobster tidak memberikan dampak signifikan terhadap nilai TKO dan THC. Lebih lanjut, lobster jantan memberikan respon stres yang rendah, sedangkan salinitas yang ideal untuk budidaya lobster secara terkhusus pada 31‰ dan 34‰ berdasarkan nilai TKO dan THC yang rendah berdasarkan nilai

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, M.H. (2022). Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan Lobster batik (*Panulirus longipes femoristriga*). Jurnal Marikultur, 4(1): 22-30.
- Abdurachman, M.H., Fujaya, Y., & Trijuno, D.D. (2020). Effect of salinity on osmoregulation and growth of Batik Lobster (*Panulirus longipes*). Aquacultura Indonesiana, 21(1): 14-23. doi:10.21534/ai.v21i1.172
- Adeogun, A. O., Salami, O. A., Chukwuka, A. V., & Alaka, O. O. (2015). Haematological and serum biochemical profile of the blue crab, *Callinectes amnicola* from two tropical lagoon ecosystems. African Journal of Biomedical Research, 18(3), 233-247.
- Blaxhall, P.C., & Daisley, K.W. (1973). Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5(6), 771-781. doi: 10.1111/j.1095-8649.1973.tb04510.x
- Charmantier, G., Charmantier-Daures, M., & Aiken, D.E. (1984). Neuroendocrine control of hydromineral regulation in the American lobster *Homarus americanus* H. Milne-Edwards, 1837 (Crustacea, Decapoda). *General and Comparative Endocrinology*, 54(1), 20-34. doi: 10.1016/0016-6480(84)90193-x.
- Dall, W., Hill, J., Rothlisberg, P.C., & Sharples, D.J. (1991).

- Marine biology the biology of the Penaeidae (Vol. 27). Academic Press.
- Evans D. (2008). Osmotic and Ionic Regulation: cless and animals. CRC Press.
- Filiciotto, F., Vazzana, M., Celi, M., Maccarrone, V., Ceraulo, M., Buffa, G., Mazzola, S., & Buscaino, G. (2014). Behavioural and biochemical stress responses of *Palinurus elephas* after exposure to boat noise pollution in tank. *Marine Pollution Bulletin*, XXX, 1–11. doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.05.029
- Haikal, M., Kurnia, A., & Muskita, W.H. (2017). Pengaruh kombinasi tepung Keong Bakau (*Telescopium telescopium*) dan minyak kelapa tradisional dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan Lobster mutiara (*Panulirus ornatus*). *Media Akuatika*, 2(3), 418–425. doi: 10.33772/jma.v2i3.4341
- Jussila, J., Jago, J., Tsvetnenko, E., Dunstan, B., & Evans, L.H. (1997). Total and differential hemocyte counts in western rock lobster (*Panulirus cygnus*) under post-harvest stress. *Journal Marine and Freshwater Reaserch*, 48, 863–867. doi:10.1071/MF97216
- Lignot, J.H., Cochard, J.C., Soyey, C., Lemaire, P., & Charmantier, G. (1999). Osmoregulatory capacity according to nutritional status, molt stage and body weight in *Penaeus stylirostris*. *Aquaculture*, 170(1), 79–92. doi: 10.1016/S0044-8486(98)00392-5
- Lucu, Č., Devescovi, M., Skaramuca, B., Kožul, V. (2000). Gill Na,K-ATPase in the spiny lobster *Palinurus elephas* and other marine osmoconformers. Adaptiveness of enzymes from osmoconformity to hyperregulation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 246(2), 163–178. doi: 10.1016/s0022-0981(99)00179-3.
- Nurfiarini, A., & Purnamaningtyas, S.E. (2017). Pencatatan kedua dan beberapa aspek biologi Lobster Batik Merah (*Panulirus longipes femoristriga* von Martens, 1872) yang ditangkap di Teluk Sepi, Lombok Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 23(3). Pp141-152. doi: 10.15578/jppi.23.3.2017.141-152
- Pratiwi, R. (2013). Lobster komersial (*Panulirus* spp.). *Jurnal Oseana*, Volum XXXVIII, pp.55-68.
- Supriyono, E., Prihardianto, R.W., & Nirmala, K. (2017). The stress and growth responses of spiny lobster *Panulirus homarus* reared in recirculation system equipped by PVC shelter. *ACCL Bioflux*, 10(2), 147–155.
- Verghese B, Radhakrishnan EV, Padhi A. 2007. Effect of environmental parameters on immune response of the Indian Spiny Lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758). *Journal Fish & Shellfish Immunology*, 23, 928–936. doi:10.1016/j.fsi.2007.01.021
- Vidya, K., & Joseph S. (2012). Effect of salinity on growth and survival of juvenile indian spiny lobster, *panulirus homarus* (linnaeus). *Indian Journal of Fisheries*, 59(1). pp113–118.
- Wahyudin, R.A., Hakim, A.A., Boer, M., Farajallah, A., & Wardiatno, Y. (2016). New recods of *Panulirus femoristriga* Von Martens, 1872 (Crustacea Achelata Palinuridae) from Celebes and Seram Islands, Indonesia. *Biodiversity Journal*, 7(4). pp 902.
- Yusnaini, Y., Nur, I., Idris, M., & Yasidi, F. (2020). Morphology of the female gonads of the Long-legged Spiny Lobster. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 15(1), 1–6. doi:10.3923/jfas.2020.1.6