

POLA OSMOREGULASI UDANG VANNAMEI (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) DEWASA YANG DIABLASI DAN DIKULTIVASI PADA BERBAGAI TINGKAT SALINITAS

Mutiara Salsabiela

Akademi Minyak dan Gas Balongan, Indramayu, Jl. Soekarno Hatta, Pekandangan, Kec. Indramayu,
Kabupaten Indramayu, Jawa Barat 45216 mutiara.salsabiela62@gmail.com

Diterima 3 Maret 2020, disetujui 30 April 2020, diterbitkan 30 April 2020

Pengutipan: Salsabiela, M. (2020). Pola Osmoregulasi Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dewasa Yang Diablasi dan Dikultivasi pada Berbagai Tingkat Salinitas. *Gema Wiralodra*, Vol 11, No 1, Hal 143-153, April 2020

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pola osmoregulasi, *L. vannamei* dewasa yang diablasi dan dikultivasi pada media dengan salinitas berbeda. Metode yang digunakan adalah *eksperimental laboratories* dengan Rancangan Acak Sistematis (RAS) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan pada tiap perlakuannya. Perlakuan yang diujikan adalah salinitas dengan perlakuan S1 (10 ppt, 289,20 mOsm/l H₂O isosmotik postmolt), S2 (15 ppt, 432,80 mOsm/l H₂O isosmotik intermolt awal), S3 (25±1 ppt, 725,15 mOsm/l H₂O isosmotik intermolt akhir) dan S4 (29±1 ppt, 820,10 mOsm/l H₂O isosmotik molt). Penelitian ini dilaksanakan selama 60 hari. Data dianalisis dengan analisis varian (ANOVA) satu jalur, dan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan dilakukan uji wilayah ganda Duncan. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh terhadap Tingkat Kerja Osmotik (TKO), frekuensi molting dan laju pertumbuhan harian (sebelum dan setelah mengalami kematian), namun tidak berpengaruh terhadap kelulushidupan (SR). TKO terendah berada pada perlakuan S3 (25±1 ppt) sebesar 1,01 mOsm/l H₂O, dan pola osmoregulasinya berubah menjadi osmoregulator lemah (mendekati osmokonformer) dengan adanya ablasi. Pada pemeliharaan *L. vannamei* yang diablasi, sebaiknya memperhatikan kebutuhan media isoosmotik yaitu media dengan salinitas 25±1-29±1 ppt (rentang isoosmotik intermolt akhir/premolt hingga molt).

Kata Kunci: Pola Osmoregulasi, Udang Vannamei, Diablasi, Dikultivasi, Tingkat Salinitas

ABSTRACT

The purpose of this research is to examine the pattern of osmoregulation adult ablated *L. vannamei* and cultivated in media with different salinity. The method used is *experimental laboratories* with Systematic Random Design (RAS) with 4 treatments and 3 replicates at each treatment. The treatments tested are treated with S1 salinity (10 ppt, 289.20 mOsm / l H₂O isosmotik postmolt), S2 (15 ppt, 432.80 mOsm / l H₂O isosmotik initial intermolt), S3 (25 ± 1 ppt, 725.15 mOsm / l H₂O isosmotik intermolt end) and S4 (29 ± 1 ppt, 820.10 mOsm / l H₂O isosmotik molt). This study was conducted over 60 days. Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) one way, and to determine the effect difference between treatments carried Duncan's multiple range test. ANOVA results showed that the salinity effect on Osmotic Working Level (TKO), the frequency of molting and daily growth rate (before and after death), but does not affect the survival rate (SR) ($p > 0.05$). Lowest TKO S3 are in treatment (25 ± 1 ppt) 1,01 mOsm / l H₂O, and the pattern transformed into osmoregulator osmoregulasinya weak (approaching osmokonformer) with ablation. In the maintenance of *L. vannamei* were ablated, should pay attention to the needs of isosmotic media is media with a salinity of 25 ± 1-29 ± 1 ppt (range isosmotic intermolt end / premolt to molt).

Keywords: Osmoregulation Pattern, Vannamei Shrimp, Ablation, Cultivation, Salinity Level

PENDAHULUAN

Salah satu sumberdaya hayati perairan bernilai ekonomis penting dan telah dibudidayakan secara komersial adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Widodo, Pantjara, Adhiyudanto & Rachmansyah (2011) *L. vannamei* merupakan organisme eurihalin, dimana organisme tersebut dapat hidup dalam rentang salinitas yang luas. Udang vanamei mempunyai keunggulan antara lain lebih tahan penyakit, pertumbuhan lebih cepat, tahan terhadap gangguan lingkungan dan waktu pemeliharaan yaitu 90-100 hari yang lebih penting tingkat kelulushidupnya termasuk tinggi dan hemat pakan (Rahman, Rusliadi & Putra, 2016). Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, tingkat Kelulushidupan Dan Laju Pertumbuhan Udang Vaname sangat dipengaruhi oleh salinitas Air (Manan & Putra, 2014; Fuady & Nitisupardjo, 2013).

Salinitas merupakan faktor yang mempengaruhi tekanan osmosis pada udang, dimana semakin tinggi salinitas maka akan semakin tinggi pula tekanan osmosisnya. Sedangkan biota yang hidup di air asin harus mampu menyesuaikan diri terhadap tekanan osmosis yang berasal dari lingkungannya. Penyesuaian ini memerlukan banyak energi yang berasal dari pakan yang dikonsumsi sehingga dapat menurunkan efisiensi dari pakan tersebut (Kordi & Tancung, 2007). Berdasarkan hal itu, maka perlu diketahui salinitas optimum untuk kehidupan *L. vannamei* yang diablas. Ablasi mata merupakan salah satu faktor yang proses dimana agar proses molting pada udang menjadi lebih cepat, sehingga pertumbuhan dari udang tersebut menjadi lebih cepat dan masa pemeliharaannya menjadi lebih singkat. Namun, dengan adanya ablasi diduga akan terjadi kematian (*Molt Death Syndrome*) dikarenakan fungsi organ-x pada tangkai mata menjadi terganggu sehingga sekresi hormon osmoregulasi menjadi terganggu bahkan terhenti.

Selain itu, suatu sistem homeostatis pada udang untuk menjaga kemantapan *milieu interiurnya* dengan cara mengatur keseimbangan konsentrasi osmotik antara cairan intrasel dengan cairan ekstraselnya disebut osmoregulasi. Aktivitas tersebut dilakukan dengan cara mengatur volume air didalam cairan ekstrasel serta mengatur pertukaran ion antara cairan intrasel dengan cairan ekstrasel (Mantel & Farmer, 1983). Oleh karena itu, untuk memelihara osmoregulasinya, udang harus hidup pada media yang mendukung pertumbuhannya.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian berkaitan dengan osmoregulasi seperti (1) Anggoro, Suprpto & Purwanti (2018) menyatakan bahwa pada media 25-26 ‰, karya theosmotic mengungkapkan level minimum dan meningkatkan laju pertumbuhan tanpa mengubah komposisi asam amino dalam jaringan tubuh udang. (2) Maghfiroh, Anggoro & Purnomo (2019) didapatkan nilai osmolaritas media pada tambak intensif udang vaname di Mojo pada salinitas 20‰ berkisar 616-618 (mOsm/l H₂O) dan rata-rata TKO sebesar 37,36 (mOsm/l H₂O). (3) Chong-Robles et al (2014) menyatakan bahwa Pola *euryhalinity* dan *osmoregulation* berubah pada beberapa tahap perkembangan *L. vannamei*. Pola osmoregulasi hiper-hipo yang diperlihatkan oleh Juvenile dan Dewasa tampaknya dibentuk awal pada tahap pasca-larva pertama PL₁ (pola osmoregulasi ontogenetik tipe 3), dengan toleransi yang lebih tinggi terhadap variasi salinitas yang diamati pada PL₂, PL₄ dan PL₂₂. (4) Bückle, Barón & Hernández (2006) menyatakan bahwa kondisi kombinasi T-S 32 °C dan 28 ‰ menghasilkan pertumbuhan terbaik pada udang vaname.

Penelitian-penelitian tersebut mengungkapkan kondisi pola osmoregulasi udang vanamei, namun tidak mengungkapkan pola osmoregulasi udang vanamei (*litopenaeus vannamei*) dewasa yang diablasti dan dikultivasi pada berbagai tingkat salinitas. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pola osmoregulasi, *L. vannamei* dewasa yang diablasti dan dikultivasi pada media dengan salinitas berbeda.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *eksperimental laboratories* dengan sistem pengamatan dan perencanaan secara teratur terhadap fenomena yang diteliti (Sudjana, 1989). Eksperimen merupakan penyelidikan terencana untuk mendapatkan fakta baru atau memperkuat maupun membantah fakta yang sudah ada sebelumnya (Dwiloka & Srigandono, 2006).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Sistematis (RAS) dengan mengaplikasikan 4 perlakuan dan 3 kali pengulangan agar diperoleh data yang lebih valid. Pada pengulangan pertama dilakukan untuk membuat statment, pengulangan kedua dilakukan untuk menguji kebenaran dari statment tersebut dan pengulangan ketiga digunakan untuk meyakinkan statment. 3 kali

pengulangan dianggap sudah cukup mewakili dalam penelitian ini, karena apabila dilakukan pengulangan lebih dari 3 kalipun, hasilnya tidak akan jauh berbeda antara ulangan 1 dengan yang lain. Alasan lain dipilihnya 3 kali ulangan dalam penelitian ini adalah karena adanya limitasi metode seperti keterbatasan pengamat dalam pengamatan dan biaya. Perlakuan yang diterapkan adalah tingkat salinitas media yang penetapannya didasarkan pada fase molting udang (pre-molt, molt, postmolt, dan intermolt) melalui hasil penelitian pendahuluan. Menurut Nasoetion & Barizi (1996), sesuai rancangan percobaan yang dipakai maka yang diacak adalah materi percobaan (udang). Sementara itu, penentuan tata letak perlakuan dan ulangan dilakukan secara sistematis.

Penelitian ini dilakukan dengan memasukkan *L. vannamei* dewasa yang telah di ablasi matanya ke dalam tiap-tiap wadah percobaan sesuai dengan tingkat salinitas yang telah ditentukan. Kepadatan setiap wadah berjumlah 1 ekor/wadah setelah sebelumnya dilakukan penimbangan udang tiap wadah percobaan (W_0). Pada awal percobaan dilakukan pengukuran osmolaritas *haemolymph* *L. vannamei* dan media percobaan dengan menggunakan Automatic Micro-Osmometer Roebing. Prosedur pengambilan *haemolymph* yaitu *haemolymph* diambil dari *pericardiac cavity* menggunakan jarum suntik ukuran 23 G sebanyak 0,01 ml. Penelitian ini dilakukan selama 60 hari.

Peubah yang diteliti selama percobaan yaitu osmolaritas media dan pola osmoregulasi (disajikan pada Tabel 1.)

Tabel 1. Peubah yang Diteliti selama Percobaan

Percobaan	Peubah yang diteliti
Penelitian Pendahuluan	Osmolaritas media
Penelitian Inti/ Utama	Pola osmoregulasi

TKO dihitung berdasarkan selisih nilai osmolaritas *haemolymph* *L. vannamei* dengan osmolaritas media. TKO dihitung dengan rumus Che Mat (1987) dan Ferraris, *et al.* (1986) sebagai berikut :

$$TKO = [P_{osm\ haemolymph} - P_{osm\ media}]$$

Keterangan :

TKO = Tingkat kerja osmotik (mOsm/l H₂O)

$P_{osm\ haemolymph}$ = Tekanan osmotik/osmolaritas *haemolymph* (mOsm/l H₂O)

$P_{osm\ media}$ = Tekanan osmotik/osmolaritas media (mOsm/l H₂O)

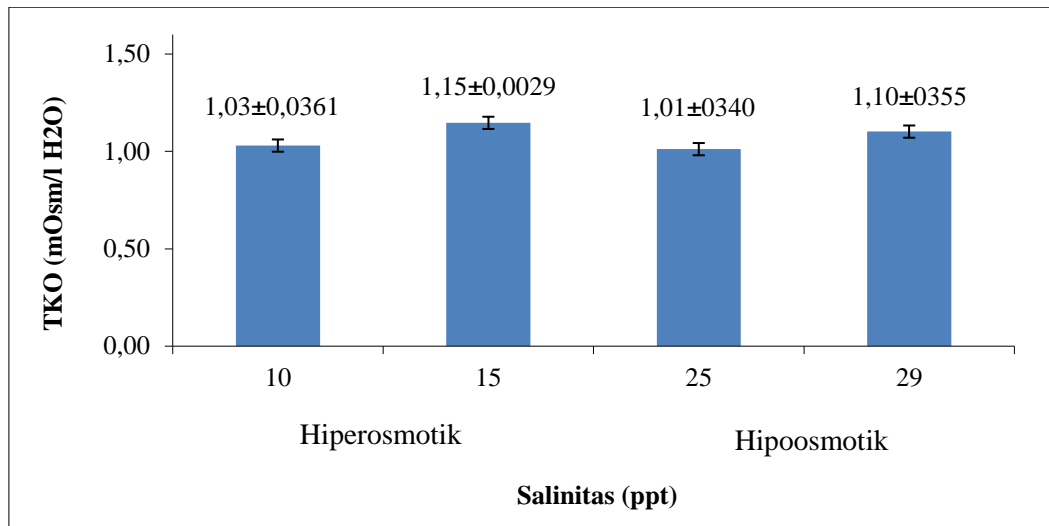
[] = Nilai mutlak

Data TKO dianalisis lebih lanjut dengan ANOVA, sebelum dilakukan pengujian. Sementara itu, untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap TKO menggunakan uji pembandingan ganda yaitu uji Duncan (Steel & Torrie, 1981). Keseluruhan data dianalisis dengan menggunakan SPSS 16. Sementara itu, untuk mengetahui nilai optimum dari suatu kurva respon digunakan polinomial orthogonal yang diperoleh dengan menggunakan Microsoft Excel 2007.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan diperoleh data osmolaritas udang yaitu 10 ppt (289,20 mOsm/l H₂O) setara dengan isosmotik postmolt, 15 ppt (432,80 mOsm/l H₂O) setara dengan isosmotik intermolt awal, 25±1 ppt (725,15 mOsm/l H₂O) setara dengan isosmotik intermolt akhir dan 29±1 ppt (820.10 mOsm/l H₂O) setara dengan isosmotik fase molt.

Penelitian yang telah dilakukan selama 60 hari, diperoleh data Tingkat Kerja Osmotik (TKO), osmolaritas *haemolymph* dan osmolaritas media. Data TKO, osmolaritas *haemolymph* dan osmolaritas media diperoleh pada awal penelitian dan akhir penelitian, selain itu keduanya dilakukan di Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai (LPWP) Jepara. Sementara itu, data frekuensi molting, pertumbuhan dan kelulushidupan diperoleh setiap 10 hari yang digunakan untuk membandingkan antar perlakuan. Data parameter kualitas air yang diperoleh melalui pengukuran setiap hari (pagi dan sore) digunakan sebagai data pendukung. Histogram TKO (mOsm/l H₂O) *L. vannamei* selama penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Tingkat Kerja Osmotik (TKO) (mOsm/l H₂O) *L. vannamei* yang Diablasti dan Dikultivasi pada Berbagai Tingkat Salinitas

Berdasarkan histogram TKO di atas, diketahui bahwa tiap perlakuan memiliki nilai TKO yang berbeda. Nilai TKO perlakuan S1 yaitu media dengan salinitas 10 ppt setara dengan nilai sebesar 1,03 mOsm/l H₂O, perlakuan S2 yaitu media dengan salinitas 15 ppt dengan nilai sebesar 1,15 mOsm/l H₂O yang merupakan nilai TKO terbesar, perlakuan S3 dengan salinitas 25±1 ppt dengan nilai sebesar 1,01 mOsm/l H₂O dimana merupakan nilai TKO terendah dan perlakuan S4 dengan salinitas 29±1 ppt dengan nilai sebesar 1,10 mOsm/l H₂O.

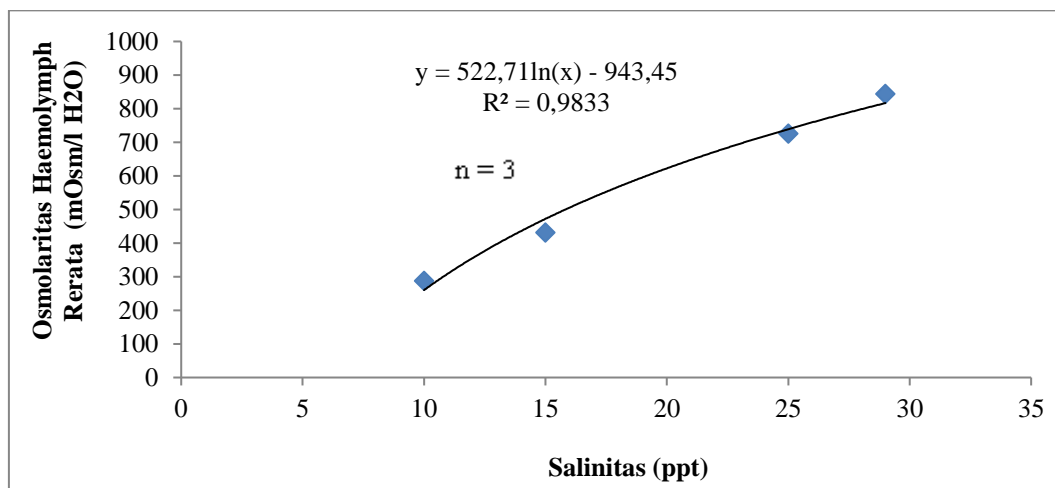
Hasil uji normalitas dan homogenitas pada berbagai tingkat salinitas. TKO *L. vannamei* diperoleh hasil data yang menyebar normal dan homogen karena nilai $P > 0,05$. Hal ini memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut dengan analisis varian (ANOVA). Berdasarkan ANOVA TKO, dapat diketahui bahwa salinitas berpengaruh terhadap TKO ($P < 0,05$). Perbedaan antar perlakuan diketahui dengan melakukan uji Duncan, dimana hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Uji Duncan Tingkat Kerja Osmotik (TKO) (mOsm/l H₂O) *L. vannamei* yang Diablasti dan Dikultivasi pada Berbagai Tingkat Salinitas

(I) Salinitas	(J) Salinitas	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
S1	S2	-.12000*	.02438	.001	-.1762	-.0638
	S3	.01667	.02438	.514	-.0396	.0729
	S4	-.07333*	.02438	.017	-.1296	-.0171
S2	S1	.12000*	.02438	.001	.0638	.1762
	S3	.13667*	.02438	.001	.0804	.1929
	S4	.04667	.02438	.092	-.0096	.1029
S3	S1	-.01667	.02438	.514	-.0729	.0396
	S2	-.13667*	.02438	.001	-.1929	-.0804
	S4	-.09000*	.02438	.006	-.1462	-.0338
S4	S1	.07333*	.02438	.017	.0171	.1296
	S2	-.04667	.02438	.092	-.1029	.0096
	S3	.09000*	.02438	.006	.0338	.1462

* perbedaan rata-rata adalah signifikan pada 0,05

Hasil uji pembandingan Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh antara perlakuan S1-S2, S1-S4, S3-S2, S3-S4, sedangkan antara perlakuan S1-S3, S2-S4 tidak terdapat perbedaan pengaruh. Hubungan respon osmolaritas *haemolymph* *L. vannamei* yang diablasi dan dikultivasi pada berbagai tingkat salinitas media disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Osmolaritas *Haemolymph* (mOsm/l H₂O) *L. vannamei* yang Diablasi dan Dikultivasi pada Berbagai Tingkat Salinitas

Model respon osmolaritas *haemolymph L. vannamei* pada berbagai tingkat salinitas adalah sebagai berikut :

$$\hat{y} = 522,7 \ln (x) - 943,4 \text{ dengan } R^2 = 0,983$$

Model persamaan tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan respon Y (osmolaritas *haemolymph*) apabila X (salinitas) diketahui. Berdasarkan hasil dari persamaan di atas, mempunyai arti pada $R^2 = 0,983$ yakni 98,3% faktor salinitas mempengaruhi osmolaritas *haemolymph L. vannamei*.

Pembahasan

Osmoregulasi merupakan upaya organisme akuatik untuk mempertahankan keseimbangan cairan tubuh (*haemolymph*) dengan cairan eksternal (media). Kemampuan osmoregulasi udang Penaeid dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis kelamin, suhu, periode aklimatisasi, siklus hidup dan siklus ganti (Williams, 1960; Haefner, 1969). *L. vannamei* bersifat osmoregulator lemah (mendekati osmokonformer) yang diakibatkan oleh adanya perlakuan ablasi, yang menyebabkan terganggunya hormon. Hal tersebut dikarenakan udang yang diablasi akan terganggu fungsi organ-x serta sekresi hormon osmoregulasinya, sehingga tidak memiliki kemampuan dalam mengatur kadungan elektrolit (osmoefektor) serta osmolaritas didalam cairan internalnya, akibat osmolaritas *haemolymph* mengikuti osmolaritas media (salinitas) (Anggoro & Nakamura, 1996).

Hasil pengujian dan perhitungan statistik menunjukkan bahwa akibat salinitas yang berbeda pada media memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap TKO *L. vannamei* yang diablasi. Pada perlakuan S1 (10 ppt), S2 (15 ppt), S3 (25 ± 1 ppt), dan S4 (29 ± 1 ppt). Nilai osmolaritas *haemolymph* relatif lebih rendah dari osmolaritas media. Hal ini menunjukkan bahwa *L. vannamei* mengalami regulasi hipoosmotik. Menurut Anggoro (2000), bahwa osmoregulasi hipoosmotik atau hiperosmotik tersebut dilakukan untuk mempertahankan sistem keseimbangan antara cairan tubuh (*haemolymph*) dan cairan mediana, dimana pertukaran elektrolit tersebut dilakukan dengan cara transpor aktif melalui insang.

L. vannamei yang diablasi tidak memiliki salinitas optimal bagi TKO, karena sifatnya yang osmoregulator lemah (mendekati osmokonformer) dimana osmolaritas *haemolymph* cenderung mengikuti osmolaritas media. Namun, berdasarkan hasil penelitian

yang disajikan dalam histogram dan garfik polinomial TKO *L. vannamei* yang diablas menunjukkan bahwa salinitas dengan TKO terendah berada pada perlakuan S3 (25 ± 1 ppt) yang berarti mendekati isoosmotik, dengan nilai TKO sebesar 1,01 mOsm/l H₂O. Menurut Che Mat (1987), TKO terendah terdapat pada media yang mendekati isoosmotik disebabkan oleh dua faktor. Faktor pertama karena rendahnya transport aktif ion dan pertukaran osmoefektor yang kedua aktivitas enzim Na-K-ATPase berada dalam tingkat yang maksimum.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah pola osmoregulasi *Litopenaeus vannamei* mengalami perubahan dari osmoregulator menjadi osmokonformer diakibatkan oleh adanya perlakuan ablasi, dimana osmolaritas *haemolymph* mengikuti osmolaritas media. Oleh karena itu, *L. vannamei* tidak memiliki salinitas optimal pada TKO. Namun berdasarkan penelitian nilai terendah TKO berada pada perlakuan S3 (25 ± 1 ppt) dengan nilai TKO sebesar 1,01 mOsm/l H₂O (mendekati isoosmotik intermolt akhir/premolt). Tingkat salinitas media isoosmotik pada berbagai fase molting memberikan pengaruh TKO *L. vannamei*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS dan Ibu Ir. Siti Rudiyantri, M.Si yang telah banyak membantu dalam penelitian ini baik moril maupun materil sehingga penelitian ini bisa dilaksanakan dengan baik dan tepat pada waktunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, S. (2000). Pola Regulasi Osmotik dan Kerja Enzim Na-K-ATPase Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab) pada Berbagai Fase Molting. *Aquaculture Indonesia*, Vol 1, No 2, 15-21.
- Anggoro, S dan K. Nakamura. (1996). Osmoregulation of Kuruma Prawn (*Penaeus Japonicus*). *Bull.Kagoshima*, Vol 2, No 3, 14-19.
- Anggoro, S., Suprpto, D., & Purwanti, F. (2018). Osmoregulation Pattern of Fingerling Vanname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Rearing in Three Molt Stage Iso-Osmotic

- Media. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, Vol 23, No 3, 119-122.
- Bückle, L. F., Barón, B., & Hernández, M. (2006). Osmoregulatory capacity of the shrimp *Litopenaeus vannamei* at different temperatures and salinities, and optimal culture environment. *Revista de biología tropical*, Vol 54, No 3, 745-753.
- Che Mat, C. R. 1987. *Kajian Ekofisiologi dan Biokimia Macrobrachium rosenbergii dan Hubungannya dengan Akuakultur. Kumpulan Laporan Penyelidikan Sains Fisis Gunaan*. Fakultas Sains dan Gunaan, Universitas Kebangsaan Malaysia. Bangi.
- Chong-Robles, J., Charmantier, G., Boulo, V., Lizárraga-Valdéz, J., Enríquez-Paredes, L. M., & Giffard-Mena, I. (2014). Osmoregulation pattern and salinity tolerance of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) during post-embryonic development. *Aquaculture*, 422-423, 261–267. doi:10.1016/j.aquaculture.2013.11.034.
- Dwiloka, B dan B. Srigandono. (2006). *Metodologi Penelitian*. Universitas Diponegoro, Semarang, 219 hlm.
- Ferraris, R. P., E. D. P. Estepa, J. M. Ladja dan E. G. D. Jesus. (1986). *Osmoregulation in Penaeus monodon: Effect of Molting and External Salinity*. p: 637-640. In J. L. Maclean et. al., eds. *Asian Fish. Soc.*, Manila.
- Fuady, M. F., & Nitisupardjo, M. (2013). Pengaruh Pengelolaan Kualitas Air Terhadap Tingkat Kelulushidupan Dan Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di PT. Indokor Bangun Desa, Yogyakarta. *Management of Aquatic Resources Journal*, Vol 2, No 4, 155-162.
- Haefner. Jr. A. P. (1969). Osmoregulation of *Crangon septemspinosa* Say (Crustacea: Caridae). *Biol. Bull.*, 137:438-446.
- Kordi, M. G. H., dan A. B. Tancung. (2007). *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Maghfiroh, A., Anggoro, S., & Purnomo, P. W. (2019). Pola Osmoregulasi dan Faktor Kondisi Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Yang Dikultivasi di Tambak Intensif Mojo Ulujami Pernalang. *Management of Aquatic Resources Journal*, Vol 8, No 3, 177-184.
- Manan, A., & Putra, F. R. (2014). Monitoring Kualitas Air pada Tambak Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, Vol 6, No 2, 137-142.
- Mantel, L. H dan L. L. Farmer. (1983). *Osmotic and Ionic Regulation*, p:53-161. In Mantel, (ed) *The Biology of Crustacea*, Vol.5 Academic Press, New York.

- Nasoetion, A. H. dan Barizi. (1996). *Perancangan Percobaan Bidang Pertanian dan Biologi*. Departemen Statistika dan Komputasi, IPB. Bogor.
- Rahman, F., Rusliadi, R., & Putra, I. (2016). *Growth And Survival Rate Of Western White Prawns (*Litopenaeus Vannamei*) On Different Salinity* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistika (Suatu Pendekatan Biometrik)*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Williams, A. B. (1960). The influence of temperature on osmotic regulation in two species of estuarine shrimps (*Penaeus*). *The Biological Bulletin*, Vol 119, No 3, 560-571
- Widodo, A. F., Pantjara, B., Adhiyudanto, N. B., & Rachmansyah, R. (2011). Performansi Fisiologis Udang Vaname, *Litopenaeus Vannamei* Yang Dipelihara Pada Media Air Tawar Dengan Aplikasi Kalium. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(2), 225-241.