PERFORMA PASCA LARVAE UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) PADA BERBAGAI LAMA MASA ADAPTASI PENURUNAN SALINITAS RENDAH DENGAN PENAMBAHAN NATRIUM, KALIUM DAN KALSIUM

Ferdinand Hukama Taqwa*, Mirna Fitrani, Budy Theo Esto

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
**Email : ferdinand_unsri@yahoo.co.id*

Abstrak

Ketersediaan pascalarva udang vaname yang siap tebar dengan performa yang telah teruji di media bersalinitas rendah masih terbatas jumlahnya, sehingga untuk menunjang keberhasilan produksi budidaya udang vaname di lahan tambak marjinal dengan tipikal salinitas media yang rendah sangat mutlak diperlukan. Oleh sebab itu perlu dilakukan penyempurnaan metode adaptasi yang tepat untuk menghasilkan kualitas pascalarva udang vaname yang lebih prima untuk pemeliharaan di media bersalinitas salinitas rendah. Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium di Laboratorium Budidaya Perairan, Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Sriwijaya Indralaya dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang. Desain penelitan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah penambahan natrium 75 mg.l^{-1}, kalium 50 mg.l^{-1} dan kalsium 125 mg. l^{-1} pada air tawar pengencer pada lama masa penurunan salinitas yang berbeda (1 hingga 5 hari) dari salinitas media 5 ppt hingga 0,5 ppt. Pascalarva udang galah yang diuji adalah stadia PL_{18} yang telah adaptif pada kondisi media 5 ppt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik dan efisien dari segi lama masa adaptasi adalah penambahan natrium 75 ppm, kalium 50 ppm dan kalsium 125 ppm pada air tawar pengencer selama 4 hari masa adaptasi penurunan salinitas media dari 5 ppt hingga 0,5 ppt untuk stadia PL_{18}–PL_{22} udang vaname, karena dapat menurunkan tingkat stres dengan kadar glukosa cairan tubuh 177,1 mg.dl^{-1} dan mempertahankan kelangsungan hidup pascalarva udang vaname tetap tinggi yaitu 99%. Selain itu tingkat konsumsi oksigen dalam kondisi metabolisme basal termasuk cukup rendah yaitu 0,95 mg O_2/g/jam. Hasil pengukuran parameter fisika kimia media selama masa adaptasi masih dalam kisaran yang layak sehingga dapat menunjang kehidupan pascalarva udang vaname dengan baik.

Kata kunci : *performa, lama adaptasi, pascalarva udang vaname, salinitas rendah, mineral*

Pendahuluan

Udang memiliki nilai jual yang tinggi sehingga menjadi salah satu produk ekspor non migas yang memberi pemasukan cukup besar bagi devisa negara. Pada tahun 2001 udang vaname mulai masuk ke Indonesia. Udang vaname memiliki keunggulan diantaranya tahan terhadap stres, usia pemeliharaan relatif pendek yaitu, sekitar 90-100 hari dan kebutuhan protein pakan tidak terlalu tinggi yaitu 28-32% (Haliman dan Adijaya, 2007). Udang vaname hidup pada lingkungan dengan salinitas sekitar 20 ppt dan pH 6-9, meskipun demikan beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa udang ini mampu hidup pada perairan dengan salinitas rendah dengan adaptasi terlebih dahulu.

Natrium dan kalium merupakan ion penting yang dibutuhkan oleh udang, dan merupakan ion dengan jumlah yang sedikit di air tawar (Taqwa *et al.* 2008, 2010). Penambahan kedua mineral tersebut akan mempengaruhi aktivitas enzim Na^+K^+ATPase dan mekanisme osmoregulasi udang. Namun, masalah yang dihadapi adalah ketika terjadi penurunan salinitas secara bertahap maka udang akan mengalamai stres yang lebih tinggi dan kurang nafsu makan, sehingga kelangsungan hidup pascalarva udang vaname yang diperoleh rendah (Taqwa, 2011 dan Taqwa *et al.,* 2008;2010;2011[b]).

Menurut Taqwa *et al.,* (2008) penambahan mineral kalium sebanyak 25 ppm selama adaptasi penurunan salinitas untuk pascalarva udang vaname dari salinitas 20 ppt hingga 2 ppt selama 4 hari menghasilkan kelangsungan hidup 94%-98%. Lebih lanjut dari hasil penelitian Taqwa *et al.,* (2010) menunjukkan bahwa rasio penambahan mineral natrium dan kalium sebanyak 25 hingga 75 ppm selama adaptasi penurunan salinitas untuk pascalarva udang vaname dari salinitas 20 ppt hingga 0,5 ppt selama 4 hari menghasilkan kelangsungan hidup 96%-98%.

Penelitian lebih intensif oleh Taqwa *et al.,* (2011[b]) menyatakan bahwa penambahan penambahan ion natrium 75 ppm, kalium 50 ppm dan kalsium 125 ppm selama penurunan salinitas dari 20 ppt hingga 0,5 ppt menghasilkan kelangsungan hidup sebesar 96%-99%. Selain itu diketahui juga bahwa kadar glukosa terendah pl_{19} setelah masa adaptasi selama 4 hari tersebut dari salinitas 20 ppt hingga 0,5 ppt adalah sebesar 160,2 $mg.dl^{-1}$ dan tingkat konsumsi okigen terendah yaitu 0,47 mg O_2/g/jam. Di akhir masa adaptasi selama 4 hari ini diduga masih belum optimal untuk menekan tingkat stres dan metabolisme pascalarva udang vaname untuk penebaran di media bersalinitas rendah, sehingga perlu dikaji lama masa adaptasi yang lebih efektif dan efisien yang dapat meningkatkan performa pl udang galah yang dihasilkan.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Perairan, Universitas Sriwijaya, Indralaya. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September sampai November 2011 di Laboratorium Budidaya Perairan PS Budidaya Perairan dan Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Sriwijaya Indralaya serta Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1) termometer, 2) pH meter, 3) DO meter, 4) refraktometer, 5) spektrometer, 7) akuarium, 8) galon kecil, 9) *blower*, 10) mortar, 11) kran infus, 12) timbangan analitik, 13) ember, 14) toples bening, 15) tabung *eppendrof*, 16) *centrifuge* dan, 17) spuit suntik. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1) natrium karbonat (Na_2CO_3), 2) kalium karbonat (K_2CO_3)., 3) kalsium karbonat ($CaCO_3$), 4) *Artemia sp*, 5) EDTA, 6) pascalarva udang vaname, 7) air laut, 8) air tawar dan, 9) akuades.

Wadah berupa 15 unit akuarium berukuran 50 x 40 x 35 cm^3 yang dilengkapi sistem pengaturan penurunan salinitas, suhu dan oksigen. Pelaksanaan penelitian dimulai dari adaptasi awal berupa pemeliharaan PL_{10} hingga PL_{15} udang vaname di laboratorium. Mulai PL_{15} hingga PL_{18}, hewan uji diaklimatisasikan dari media bersalinitas 20 ppt hingga 5 ppt dengan penambahan Na^+ 75 $mg.l^{-1}$, K^+ 50 $mg.l^{-1}$ dan Ca^{2+} 125 mg. l^{-1} pada air tawar pengencer salinitas berdasarkan hasil penelitian terbaik Taqwa *et al.* (2011[b]). Tahap berikutnya merupakan penelitian utama yang didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah penambahan Na^+ 75 $mg.l^{-1}$, K^+ 50 $mg.l^{-1}$ dan Ca^{2+} 125 mg. l^{-1} pada air tawar

pengencer dengan berbagai lama masa adaptasi penurunan salinitas dari 5 ppt-0,5 ppt. Secara terperinci perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut :

A = Penurunan salinitas dari 5 ppt – 0,5 ppt selama 1 hari dari stadia PL_{18} - PL_{19} (salinitas media 5 - 0,5 ppt)

B = Penurunan salinitas 5 ppt hingga 0,5 ppt selama 2 hari dari stadia PL_{18} - PL_{20} (salinitas media 5 – 3 - 0,5 ppt)

C = Penurunan salinitas 5 ppt hingga 0,5 ppt selama 3 hari dari stadia PL_{18} - PL_{21} (salinitas media 5 – 3 – 1 – 0,5)

D = Penurunan salinitas 5 ppt hingga 0,5 ppt selama 4 hari dari stadia PL_{18} - PL_{22} (salinitas media 5 – 4 – 3 – 2 – 0,5)

E = Penurunan salinitas 5 ppt hingga 0,5 ppt selama 5 hari dari stadia PL_{118} - PL_{23} (salinitas media 5 – 4 – 3 – 2 – 1 – 0,5)

Parameter penelitian yang diamati meliputi kelangsungan hidup pascalarva (Effendie, 2002), kadar glukosa cairan tubuh (Wedemeyer dan Yasutake, 1977), tingkat konsumsi oksigen (Liao dan Huang, 1975), kadar mineral tubuh pascalarva (Davis *et al.*, 2002) dan fisika kimia media aklimatisasi. Data kelangsungan hidup dan kadar glukosa darah pascalarva udang vaname diuji statistik dengan analisis ragam dan apabila terdapat perbedaan yang nyata antar nilai tengah maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil pada taraf 95% (Hanafiah, 2004), sedangkan data tingkat konsumsi oksigen, mineral tubuh dan fisika kimia air dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Fisika Kimia Media selama Masa Adaptasi

Hasil pengukuran fisika kimia media pada berbagai lama masa adaptasi pascalarva udang vaname dengan penambahan natrium 75 ppm, kalium 50 ppm dan kalsium 125 ppm pada media air tawar pengencer selama penurunan salinitas dari 5 ppt sampai 0,5 ppt disajikan pada Tabel 1. Suhu selama masa adaptasi pascalarva udang vaname berkisar 25-29°C. Kisaran suhu tersebut masih dalam kisaran toleransi udang vaname. Menurut Haliman dan Adijaya (2007), bahwa suhu air optimal bagi pertumbuhan udang vaname berkisar antara 26-32 °C. Jika suhu lebih dari angka optimum maka metabolisme dalam tubuh udang akan berlangsung cepat.

Derajat keasaman (pH) selama adaptasi masih dalam kisaran toleransi untuk kehidupan pascalarva udang vaname yaitu 7,0-7,6. Menurut Suprapto (2005), kisaran nilai pH yang optimal untuk budidaya udang vaname berkisar antara 7,0-8,5 dengan toleransi 6,5-9. Konsentrasi pH air akan berpengaruh terhadap nafsu makan udang dan reaksi kimia di dalam air. Selain itu pH yang berada di bawah kisaran toleransi akan menyebabkan kesulitan ganti kulit dimana kulit menjadi lembek serta kelangsungan hidup menjadi rendah (Chien, 1992).

Kandungan oksigen terlarut yang tercatat selama penelitian yaitu 6,64-9,56 ppm. Chien (1992) menyatakan bahwa kadar oksigen terlarut yang optimum bagi udang adalah di atas 4 ppm. Kandungan oksigen terlarut dalam air merupakan faktor kritis bagi kehidupan udang. Kandungan oksigen terlarut yang rendah di bawah 1,5 ppm akan bersifat *lethal* bagi udang (Adiwijaya *et al.*, 2008).

Nilai amonia awal adaptasi adalah 0,010 ppm, dan hasil pengukuran amonia pada akhir adaptasi yaitu 0,018-0,048 ppm. Kisaran amonia tersebut masih dalam keadaan layak bagi pertumbuhan udang vaname. Menurut Mukti (2006) *dalam* Hukom (2007) bahwa konsentrasi amonia yang relatif aman adalah di bawah 0,1 ppm, apabila nilai konsentrasi amonia melebihi nilai tersebut maka akan bersifat racun dan membahayakan kehidupan udang.

Tabel 1.Kisaran nilai parameter fisika kimia media selama masa adaptasi

Parameter	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Salinitas (ppt)*	0,5-5	0,5-5	0,5-5	0,5-5	0,5-5
Suhu (^oC)	27	26-27	26-28	26-28	25-29
pH (unit pH)	7,0-7,3	7,0-7,4	7,1-7,4	7,1-7,6	7,1-7,6
Oksigen terlarut (ppm)	8,31-9,56	7,83-9,56	6,64-8,76	7,35-8,95	7,31-9,30
Amonia (ppm)	0,018-0,026	0,026-0,048	0,019-0,039	0,016-0,029	0,021-0,039

* *: Penurunan salinitas secara gradual dan kontinyu*

Kadar Glukosa Cairan Tubuh

Hasil pengukuran glukosa cairan tubuh selama masa adaptasi pascalarva udang vaname dengan penambahan natrium, kalium dan kalsium pada media air tawar pengencer selama penurunan salinitas dari 5 ppt ke 0,5 ppt disajikan pada Tabel 2. Perlakuan A merupakan perlakuan yang mempunyai nilai rata-rata kadar glukosa cairan tubuh tertinggi yang tercatat pada akhir adaptasi yaitu pada sebesar 199,83 $mg.dl^{-1}$, sedangkan perlakuan E merupakan perlakuan yang mempunyai nilai rata-rata kadar glukosa cairan tubuh terendah yaitu sebesar 175,50 $mg.dl^{-1}$ dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan D. Menurut Cuzon *et al.*, (2004) *dalam* Taqwa *et al.* (2008) bahwa pada golongan udang jika kadar glukosa hemolim melebihi 150 $mg.dl^{-1}$ mengindikasikan udang tersebut stres dan membutuhkan sumber energi yang lebih tinggi untuk proses *moulting* maupun mekanisme dalam mempertahankan glukosa dalam hemolim.

Pada awal pemeliharaan rata-rata kadar glukosa cairan tubuh PL_{18} udang vaname pada salinitas 5 ppt yaitu sebesar 61,80 $mg.dl^{-1}$ dan untuk semua perlakuan pada akhir masa adaptasi lebih tinggi dari kondisi awal. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan salinitas secara gradual dari 5 ppt sampai 0,5 ppt mengakibatkan naiknya kadar glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname pada akhir masa adaptasi. Kadar glukosa cairan tubuh yang lebih tinggi pada semua perlakuan ini dibanding pada penelitian Taqwa *et al.* (2011^b), yang menunjukkan bahwa walapun lama adaptasi diperpanjang, namun belum dapat menurunkan tingkat stres (kadar glukosa cairan tubuh) secara efektif. Walaupun demikian, hasil penelitian menunjukkan kecenderungan terjadinya penurunan tingkat stres cukup signifikan dan performa pl udang galah lebih prima bila lama adaptasi diperpanjang 4 hingga 5 hari. Brown (1993) *dalam* Taqwa *et al.* (2008) menyebutkan bahwa pada tingkat stres yang sangat tinggi, akan diikuti peningkatan kadar hemolim yang cepat yang akan diikuti oleh kematian udang.

Tabel 2. Kadar glukosa cairan tubuh, tingkat konsumsi oksigen dan kelangsungan hidup paskah larva udang vaname pada akhir masa adaptasi

Perlakuan (Lama adaptasi)	Kadar glukosa cairan tubuh (mg/dl)	Tingkat konsumsi oksigen ($mgO_2/g/jam$)	Kelangsungan hidup (%)
A (1 hari)	$199,83 \pm 1,40^a$	1,33	$95,00 \pm 1,00^a$
B (2 hari	$197,93 \pm 1,62^a$	0,49	$96,33 \pm 0,58^b$
C (3 hari)	$183,07 \pm 2.37^b$	0,29	$99,00 \pm 0,00^c$
D (4 hari)	$177,10 \pm 0,30^c$	0,95	$99,00 \pm 0,00^c$
E (5 hari)	$175,50 \pm 4,12^c$	1,27	$99,00 \pm 0,00^c$

Keterangan : huruf superscript di belakang nilai standar deviasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan

Tingkat Konsumsi Oksigen

Tingkat konsumsi oksigen juga merupakan salah satu indikator stres. Nilai tingkat konsumsi oksigen masing-masing perlakuan disajikan dalam Tabel 2. Tingkat konsumsi oksigen pada perlakuan D merupakan tingkat konsumsi oksigen yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai konsumsi oksigen pada perlakuan A yaitu 1,33 mg O_2/g/jam termasuk dalam kategori tinggi (Taqwa *et al.*, 2010). Tingkat konsumsi oksigen dapat digunakan untuk mengetahui laju metabolisme udang. Hasil penelitian Taqwa *et al.* (2008; 2010 dan 2011[b]) menegaskan bahwa penurunan salinitas secara bertahap akan menghasilkan konsumsi oksigen yang lebih tinggi pada salinitas rendah karena berhubungan dengan stres dan metabolisme yang berlangsung. Hal tersebut selaras dengan pendapat Venberg (1983) *dalam* Hukom (2007), yang menyatakan bahwa jika salinitas diturunkan secara bertahap maka tingkat konsumsi oksigen akan naik kemudian akan turun kembali pada saat biota akuatik sudah dapat beradaptasi. Tingkat konsumsi oksigen pascalarva udang vaname dijumpai lebih rendah pada perlakuan dengan lama adaptasi mulai 2 hingga 4 hari, yaitu berkisar 0,29-0,95 mg O_2/g/jam. Hal ini menunjukkan bahwa metabolisme basal pascalarva udang vaname lebih efisien dengan lama adaptasi lebih lama dari 2 hari hingga maksimal 4 hari.

Kelangsungan Hidup Pascalarva Udang Vaname

Kelangsungan hidup pascalarva udang vaname selama masa adaptasi dari salinitas 5 sampai 0,5 ppt disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan analisa sidik ragam data kelangsungan hidup pascalarva udang vaname terlihat bahwa selama penurunan salinitas dari 5 ppt ke 0,5 ppt memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup pascalarva udang vaname. Berdasarkan uji lanjut Beda Nyata Terkecil bahwa perlakuan C,D,E memberikan kelangsungan hidup tertinggi pascalarva udang vaname yaitu sebesar 99,00%.

Hasil penelitian Taqwa *et al.,* (2008) berupa penambahan mineral kalium sebanyak 25 ppm hingga 50 ppm selama adaptasi penurunan salinitas untuk pascalarva udang vaname dari salinitas 20 ppt hingga 2 ppt selama 4 hari menghasilkan kelangsungan hidup 97%-98,33%. Selanjutnya dengan aplikasi rasio penambahan mineral natrium dan kalium masing-masing sebanyak 25 hingga 75 ppm selama adaptasi penurunan salinitas untuk pascalarva udang vaname dari salinitas 20 ppt hingga 0,5 ppt selama 4 hari menghasilkan kelangsungan hidup 96%-98% (Taqwa *et al.* 2010) Taqwa *et al.,* (2011[b]) menunjukkan bahwa dengan penambahan natrium 75 ppm, kalium 50 ppm dan kalsium 125 ppm selama 4 hari masa penurunan salinitas dari 20 ppt hingga 0,5 ppt menghasilkan kelangsungan hidup sebesar 96%-99%. Hasil penelitian sebelumnya tersebut belum dapat menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan tehadap nilai kelangsungan hidup pascalarva udang vaname di akhir masa adaptasi. Pada penelitian ini, diperoleh nilai kelangsungan hidup pascalarva udang vaname di akhir masa adaptasi yang signifikan berbeda nyata sehingga efektivitas dan efisiensi lama waktu adaptasi dapat diketahui mulai hari ketiga.

Kadar Mineral Media dan Tubuh

Kadar mineral media adaptasi penurunan salinitas dan pascalarava untuk udang vaname masing masing perlakuan disajikan pada Tabel 3 dan 4. Kadar mineral pada media adaptasi yang telah ditambahkan natrium 75 ppm, kalium 50 ppm dan kalsium 125 ppm pada air tawar pengencer sudah dapat menunjang kelangsungan hidup dan mengurangi tingkat stres pascalarva udang vaname pada akhir masa adaptasi. Hal tersebut dikarenakan penambahan mineral tersebut mampu menunjang pemenuhan kebutuhan mineral penting yang dibutuhkan sehubungan dengan fluktuasi salinitas media yang tinggi (Taqwa, 2011 dan Taqwa *et al.*, 2008; 2010; 2011[b]).

Kandungan mineral kalium, kalsium, dan natrium pada media dan tubuh pascalarva udang vaname berfluktuasi, hal ini diduga laju penyerapan mineral setiap pascalarva udang vaname berbeda-beda sehubungan dengan lama masa adaptasi yang bervariasi. Menurut Mantel dan Farmer (1983) *dalam* Roy *et al.* (2007) mineral kalium, kalsium, natrium dan magnesium merupakan ion-ion penting untuk pertumbuhan kelangsungan hidup dan fungsi

osmoregulasi krustasea. Lebih lanjut Boyd (1991) menyatakan bahwa komposisi ion dalam media pemeliharaan merupakan faktor yang sangat menentukan kehidupan udang. Ion kalsium (Ca) dan kalium (K) adalah ion yang penting bagi kehidupan udang. Kekurangan kalium, natrium dan kalsium selama masa adaptasi penurunan salinitas rendah dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup, tingkat kerja osmotik, tingkat stres (kadar glukosa cairan tubuh dan tingkat konsumsi oksigen), proses *moulting* dan rasio ion tubuh pl udang vaname sehingga secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap pertumbuhan pl udang vaname selama masa pemeliharaan lanjutan di media bersalinitas rendah nantinya (Hukom, 2007; Taqwa 2011; Taqwa *et al.*, 2008; 2010; 2011[a,b]).

Tabel 3. Data kadar natrium, kalium, dan kalsium pada media adaptasi

Perlakuan	Kadar Na (ppm)	Kadar K (ppm)	Kadar Ca (ppm)
A	95	35	12,31
B	4000	2400	584,59
C	3600	4000	553,82
D	2600	800	615,36
E	2000	800	830,74
Awal adaptasi	2000	100	576,90

Tabel 4. Data kadar natrium, kalium, dan kalsium tubuh paskah larva udang vaname

Perlakuan	**Kadar Na (ppm)**	**Kadar K (ppm)**	**Kadar Ca (ppm)**
A	820	270	122,30
B	870	360	146,50
C	870	430	143,75
D	855	420	147,90
E	880	380	146,80
Awal adaptasi	240	210	106,15

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa penambahan natrium 75 ppm, kalium 50 ppm dan kalsium 125 ppm dapat menurunkan tingkat stres, konsumsi oksigen dan meningkatkan kelangsungan hidup yang lebih tinggi jika diaplikasikan untuk PL_{18} hingga PL_{22} selama empat hari masa adaptasi penurunan salinitas dari 5 ppt hingga 0,5 ppt.

Saran

Perlunya penelitian yang intensif tentang penambahan mineral lainnya yang dapat menurunkan tingkat stres (kadar glukosa cairan tubuh dan tingkat konsumsi oksigen) lebih baik sehingga performa pascalarva udang galah yang dihasilkan lebih berkualitas prima untuk pemeliharaan di media bersalinitas rendah (0,5 ppt atau lebih rendah).

Daftar Pustaka

Adiwijaya, D., Sucipto, I. Sumantri. 2008. Penerapan teknologi budidaya udang vaname L. Vannamei semi-intensif pada lokasi tambak salinitas tinggi. Jurnal Riset Akuakultur. Vol.7.

Boyd, C.E. 1991. Water Quality Management adn Aeration in Shrimp Farming. Pedoman teknis dan Proyek penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.

Chien, Y.H. 1992. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. Di dalam : Wyban, J.editor. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. USA:Word Aquaculture Society. 144-156.

Davis, D.A, I.P. Saoud, W.J. McGraw, D.B. Rouse. 2002. Consideration for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters.p 73-90. *In* Cruz-Suarez IE, Rieque-Marie D, Tapia-Salazar M, Gaxiola-Cortes MG, Simoes N (Eds). Avances en nutricion acuicola VI memories del VI Simposium Internacional de Nutricion Acuicola 3 al 6 de September del 2002. Cancun, Quantana Roo.

Effendie, M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta : Yayasan Pustaka Nusatama. 163 hlm.

Haliman, R. W dan D. Adijaya S. 2007. Udang Vaname. Penebar Swadaya. Jakarta.

Hanafiah, K.A. 2004. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Hukom, V. 2007. Pengaruh salinitas dan kesadahan terhadap tingkat kelangsungan hidup, tingkat konsumsi oksigen dan osmolaritas udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Skripsi. Program Studi Teknologi dan Manajemen Akuakultur. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Liao, I.C. and H.J. Huang. 1975. Studies on the respiration of economic prawns in Taiwan. I. Oxygen comsumption and lethal dissolved oxygen of egg up to young prawns of *Penaeus monodon* Fab. Jurn. Fish. Soc. Taiwan 4(1):33-50.

Roy, L.A., D. A. Davis, I.P. Saoud, R.P. Henry. 2007. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* , reared in low salinity waters. Aquaculture 262 : 461-469.

Suprapto, I.2005. Petunjuk Teknis Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei)*. CV Biotirta. Bandar Lampung.

Taqwa, F.H. 2011. Tingkat kerja osmotik pascalarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama masa penurunan salinitas rendah dengan penambahan natrium dan kalium. Jurnal Penelitian Terapan STP (ISSN 1410-7694), Vol. 2 tahun 2011, hal 23-28.

Taqwa, F.H., D. Djokosetiyanto, R. Affandi. 2008. Pengaruh penambahan kalium pada masa adaptasi penurunan salinitas terhadap performa pascalarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Jurnal Riset Akuakultur. Vol.3, No.3 ISSN 1907-6754. (Terakreditasi).

Taqwa, F.H., D. Djokosetiyanto, R. Affandi. 2011[(a)]. Pengaruh waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan terhadap pertumbuhan dan sintasan postlarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama pemeliharaan di media bersalinitas rendah. Jurnal Akuakultur Indonesia, Vol.10 No. 01 Bulan Januari 2011.

Taqwa, F.H., D. Jubaedah, M.I. Mahardika. 2011[(b)]. Waktu pencapaian *moulting*, tingkat stres dan sintasan pascalarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Majalah Ilmiah Sriwijaya. ISSN 0126-4680. Vol. XIX No. 12. Juli 2011.

Taqwa, F.H, M. Syaifudin, D. Jubaedah, O. Saputra. 2010. Tingkat stres dan kelangsungan hidup pascalarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama masa penurunan

salinitas rendah dengan penambahan natrium dan kalium. Prosiding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian dan Pengkajian. Hasil-hasil Riset untuk Meningkatkan Kesejahteraan Rakyat. ISBN 978-602-98295-0-1. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Sumatera Selatan.Palembang 13-14 Desember 2010.

Wedemeyer, G.A. and W.T Yasutake. 1977. Clinical Methods for the Assessment of the Effects of Environmental Stress on Fish Health. Technical Paper of the US. Fish and Wildlife Service. Washington. 18 p.