

PENGARUH BEBAN KERJA OSMOTIK TERHADAP PERKEMBANGAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP LARVA UDANG GALAH *Macrobrachium rosenbergii* DE MAN

(Effect of Osmotic Regulation on Larvae Development and Survival
of Giant Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* de Man)

Lenny S. Syafei¹, Ridwan Affandi², Muchammad Sri Saeni³,
Kardiyo Praptokardiyo² dan Bambang Kiranadi⁴

ABSTRAK

Rendahnya derajat kelangsungan hidup adalah salah satu kendala pada pembenihan udang galah. Kendala tersebut dapat diatasi dengan pengaturan salinitas. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan salinitas optimum untuk perkembangan larva udang galah dengan tingkat kematian yang rendah yang ditetaskan pada salinitas 6 ppt. Hari pertama hingga hari ketujuh setelah menetas, salinitas ditingkatkan secara bertahap hingga mencapai 10.2 ppt, 11.6 ppt, 13.0 ppt, dan 14.4 ppt dan selanjutnya salinitas dipertahankan tetap hingga seluruh larva tumbuh menjadi post larva. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas 13 ppt menghasilkan beban osmotik yang terendah, mempercepat waktu perkembangan larva dan derajat kelangsungan hidup yang tertinggi.

Kata kunci: larva udang galah, pengaturan osmotik, pertumbuhan, kelangsungan hidup, tingkat kematian.

ABSTRACT

Low survival rate is one constrain in giant prawn hatchery. The constrain might be solved by salinity regulation. The research was to determine the optimal salinity for developing giant prawn larvae with lowest mortality, which hatched at 6 ppt. One week after hatching, the salinity was increased gradually to attain 10.2 ppt, 11.6 ppt, 13.0 ppt, and 14.4 ppt and in the following salinity was kept at stable level until larvae reached post-larvae stage. The result of this experiment indicated that optimal salinity is 13.0 ppt, showing lowest osmotic pressure, shortest larvae development and highest survival rate.

Key words: giant prawn larvae, osmotic regulation, growth, survival, mortality.

PENDAHULUAN

Dalam dua dasa warsa terakhir, produksi komoditas udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) meningkat secara nyata, terutama di Pulau Jawa, Sumatera dan Kalimantan. Beberapa data memperlihatkan bahwa peningkatan produksi tersebut masih belum mampu memenuhi permintaan pasar akan udang galah ukuran konsumsi. Di pihak lain, produksi usaha pembesaran udang galah masih rendah akibat terbatasnya ketersediaan benih, baik kualitas maupun kuantitas. Penguasaan teknologi pembenihan udang galah telah banyak diterapkan;

dua di antaranya adalah ketersediaan induk melalui pematangan gonad serta pengadaan pakan alami. Teknologi perawatan larva, khususnya manajemen kualitas air dan pengaturan salinitas, masih didasarkan atas pengalaman empirikal yang bersifat eksploratif agar sesuai dengan kondisi alami. Berbagai penelitian telah dilakukan antara lain oleh Al-Harbi dan Uddin (2004) serta Shinn-Pyng *et al.* (2005), menunjukkan bahwa terdapat sejumlah penyebab tingginya mortalitas pada pembenihan udang galah, baik karena senyawa kimia di perairan; penyakit mikrobial; maupun karena adaptasi salinitas. Namun penelitian ini lebih ditunjukkan pada ukuran juvenil (Wilder *et al.*, 1998 dan Huong *et al.*, 2001).

Mendasari kondisi ini, terlihat bahwa pengaturan salinitas sebagai media pemeliharaan larva yang sesuai dengan kemampuan perubahan osmotik larva masih perlu dikaji. Masalah yang dapat teridentifikasi pada sistem pem-

¹ Mahasiswa Program Doktor, Program Studi Ilmu Perairan Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor

² Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

³ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

⁴ Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

benihan udang galah ini adalah lambatnya perkembangan larva yang terjadi akibat beban kerja osmotik yang tidak serasi dengan kemampuan fisiologis di setiap stadia perkembangan larva. Apabila salinitas media diciptakan dalam kondisi isoosmotik terhadap hemolim, maka beban osmotik menjadi minimal; sehingga waktu perkembangan larva udang galah sampai ukuran pascalarva menjadi lebih cepat dan kelangsungan hidup menjadi maksimal; dengan perkembangan larva yang normal. Diharapkan penelitian ini dapat berfungsi sebagai upaya pengembangan teknologi baru dalam menerapkan dan menciptakan rekayasa kualitas lingkungan pada bidang pembenihan udang galah. Untuk selanjutnya, konsep teknologi baru yang dihasilkan dapat dimasyarakatkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan perilaku osmotik yang potensial berperan pada keberhasilan perkembangan dan kelangsungan hidup larva udang galah. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa pada kondisi mendekati isoosmotik, waktu perkembangan larva sampai pascalarva udang galah menjadi singkat dan kelangsungan hidup menjadi maksimal.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian pendahuluan dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Limnologi LIPI Cibinong selama empat bulan. Penelitian utama dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Air FPIK-IPB, Lingkungan Budidaya FPIK-IPB, Limnologi FPIK-IPB, Ekologi Hewan PSIH-IPB, Embriologi FKH-IPB serta Hidrobiologi FPIK-UNDIP selama enam bulan.

Bahan dan Metode

Perlakuan pada penelitian dirancang untuk dapat membandingkan output sebagai konsekuensi adanya hubungan sebab akibat (kausal). Sumber penyebabnya ditetapkan salinitas media. Kualitas air dan ketersediaan pakan diupayakan memadai (kondisional). Salinitas media dirancang berada pada kisaran yang menunjang perkembangan stadia dan kelangsungan hidup larva. Pada penetasan telur, salinitas media dirancang 6 ppt. Rincian batasan sistem produksi I dan sistem produksi II dapat dilihat pada uraian berikut.

Sistem I (percobaan larva tahap awal) dimulai hari pertama sampai dengan hari ke-7.

Untuk memperoleh respon adaptasi yang sama, maka dirancang kenaikan salinitas untuk media pemeliharaan larva adalah dengan delta salinitas 0.6 ppt; 0.8 ppt; 1.0 ppt; dan 1.2 ppt. Pada akhir sistem I, salinitas media telah berada pada kondisi 10.2 ppt, 11.6 ppt, 13.0 ppt, dan 14.4 ppt.

Sistem II (percobaan larva tahap lanjut) memantau perkembangan stadia larva, yaitu pada salinitas media yang dipertahankan statis 10.2 ppt – 11.6 ppt – 13.0 ppt – dan 14.4 ppt; dimulai hari ke-8 sampai dengan semua menjadi pascalarva.

Metode dan Disain Rancangan Penelitian

Metode percobaan. Metode penelitian yang dilakukan adalah kausal-komparatif-kondisional; sedangkan disain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan salinitas dan tiga ulangan. Model rancangan percobaan mengacu pada model linier aditif dengan bentuk persamaan $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$; $i =$ perlakuan 1, 2, 3; dan 4, $j =$ ulangan 1, 2, 3; Y_{ij} = pengamatan perlakuan ke- i , ulangan ke- j ; μ = rata-rata umum; τ_i = pengaruh perlakuan ke- i ; ε_{ij} = pengaruh acak pada perlakuan ke- i ulangan ke- j . Hipotesis yang ditekankan adalah H_0 : $\tau_1 = \dots = \tau_i$ (perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati) melawan H_1 : paling sedikit ada satu τ_i dimana $\tau_i \neq 0$. Perlakuan yang dicobakan adalah: perlakuan 1, salinitas media statis 10.2 ppt; perlakuan 2, salinitas media statis 11.6 ppt; perlakuan 3, salinitas media statis 13.0 ppt; perlakuan 4, salinitas media statis 14.4 ppt.

Disain Perlakuan. Disain perlakuan yang dirancang mengikuti sistem produksi akuatik, yaitu disain pada sistem I dan sistem II sebagai berikut: (a) Dua hari sebelum telur menetas, induk berada pada media bersalinitas 6 ppt. (b) Setelah seluruh telur menetas dalam waktu 12-24 jam, induk dipisahkan dan larva dipindahkan kedalam wadah percobaan. Pengaturan kenaikan salinitas dirancang dalam waktu tujuh hari. Pada akhir hari ke-7, media pemeliharaan larva mengikuti model rancangan linier aditif, acak lengkap; dengan empat perlakuan salinitas: 10.2 ppt; 11.6 ppt; 13.0 ppt; 14.4 ppt, dengan tiga ulangan. (c) Selama kurang lebih 23 hari, media dipertahankan berada pada salinitas statis, sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan. Pemeliharaan larva pada media dengan salinitas

statis ini berakhir pada saat semua telah menja-di pascalarva.

Satuan Percobaan. Pada penelitian ini dipersiapkan empat perlakuan dengan tiga ulangan. Satuan percobaan adalah wadah akuarium ukuran $40\text{cm} \times 80\text{cm} \times 30\text{cm}$; dengan volume air 10 liter yang ditebari larva sejumlah 1000 ekor. Dengan demikian satuan percobaan secara acak yang dilibatkan sebanyak $4 \times 3 = 12$ satuan percobaan.

Peubah Kerja dan Metode Peneraan

Peubah Kerja. Peubah kerja dalam percobaan ini meliputi: (a) Lama waktu perkembangan larva diperoleh dengan menggunakan

rumus, $D_t = \frac{\sum N.t}{\sum N}$, N = jumlah larva dengan

stadia pada waktu tertentu, t = waktu, (b) Laju mortalitas larva diperoleh dengan menggunakan

rumus, $\frac{N_t}{N_0} = e^{-zt}$. (c) Survival larva diperoleh

melalui rumus, $S = \left(\frac{R-L}{R} \right) \times 100\%$; dengan

$R = \left(\frac{T_{\max}}{D_t} \right) \times N_{\max}$, L = jumlah larva yang mati

(loss). (d) Kemampuan regulasi osmotik (B_{osm}) diperoleh dengan menggunakan nisbah dari osmolalitas hemolymph (OH) terhadap osmolalitas media (OM) dengan ketentuan $B_{\text{osm}} = (\text{OH}/\text{OM}) = 1$ berarti isoosmotik, $B_{\text{osm}} = (\text{OH}/\text{OM}) > 1$, berarti hyperosmotik, $B_{\text{osm}} = (\text{OH}/\text{OM}) < 1$ berarti hyposmotik. (e) Kualitas air media diperoleh dengan membandingkan nilai yang diperoleh terhadap rentang nilai yang disarankan guna mendukung vitalistik media.

Metode Peneraan. Metode peneraan untuk kualitas air, kelimpahan stadia, identifikasi stadia dan bobot pascalarva (PL) yang digunakan dalam percobaan adalah sebagai berikut: (a) Peneraan kualitas air harian dan mingguan dilakukan pada pukul 06.00; (b) Peneraan kelimpahan stadia dilakukan saat pagi hari pada wadah percobaan set utama. Rumus peneraan kelimpahan stadia adalah $Nst_i = \left(\frac{V_1}{V_2} \right) \times N_i$, $i = 1, 2, \dots, 11$ dan PL; V_1 = Volume total media percobaan; V_2 = Rataan volume contoh dan N_i = Rataan jumlah stadia ke-i. (c) Identifikasi sta-

dia larva berdasarkan deskripsi Uno dan Soo (1969). (d) Peneraan bobot pascalarva dengan

rumus $W_{PL-ind} = \left(\sum_{i=1}^3 \frac{g_i}{n_i} \right)$; g_i = Bobot PL con-

toh ke-i dan n_i = Jumlah PL contoh ke-i. (e)

Peneraan jumlah total pascalarva dilakukan saat

panen dengan rumus $N = \left(\frac{V_1}{V_2} \right) n_{PL}$. (f) Penera-

an osmolalitas media dan hemolim dilakukan dengan osmometer berspesifikasi Cryoscopic Osmometer, Model SOP OS-MOMAT 030.

Analisis Data

Uji Perbedaan. Pengujian homogenitas nilai-nilai yang diperoleh dari setiap unit percobaan, dilakukan dengan pengolahan data awal dengan melihat nilai koefisien keragaman (KK). Sebagian data dengan nilai KK tidak melewati batas kewajaran; dilakukan transformasi. Setelah itu, dilanjutkan dengan pengolahan sidik ragam yang menguji hipotesis $H_0: \beta = 0$; sehingga terlihat nyata atau tidak nyata pengaruhnya terhadap: (a) Kemampuan regulasi osmotik (OH/OM) dan beban osmotik (1-OH/OM). (b) Lama waktu dan keberadaan perkembangan larva. (c) Kelangsungan hidup larva. (d) Jumlah pascalarva dan (e) Bobot pascalarva.

Pada respon yang terjadi dari perlakuan yang dirancang, dilakukan analisis lanjutan untuk membandingkan nilai tengah perlakuan dengan uji perbandingan berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi pada sistem I

Salinitas yang digunakan sebagai perlakuan didasarkan pada penelitian pendahuluan yang menghasilkan petunjuk batas kisaran yang optimal bagi pertumbuhan larva. Sejalan dengan saran D'Abramo dan Brunson (1996) yang menjelaskan bahwa larva dapat bertahan hidup pada kisaran salinitas 9 – 19 ppt. Selama penelitian, suhu berkisar antara 29 – 30°C. Kondisi ini mengacu kepada Mohanta (2000) dan Spotts (2001) yang menyatakan bahwa udang galah dapat hidup pada suhu antara 22 – 32°C, dengan suhu optimal 26 – 30°C, maka suhu selama penelitian mendukung pertumbuhan yang optimal.

Kisaran parameter fisika-kimia air hasil pengukuran selama percobaan sistem I dari seti-

ap perlakuan disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil rataan dan simpangan baku nilai parameter dimaksud, ternyata masih berada dalam rentang yang layak bagi perkembangan larva. Kualitas air setiap perlakuan terhadap kelangsungan hidup dan perkembangan larva adalah sama; sehingga hanya perbedaan salinitas yang merupakan faktor penentu bagi beban tekanan osmotik terhadap larva, lama perkembangan dan keberadaan stadia larva, kelangsungan hidup dan bobot pascalarva. Adapun faktor ma-

kanan selama penelitian ada dalam kondisi yang mencukupi.

Kemampuan regulasi osmotik larva tercermin dari nisbah osmolalitas hemolim (OH) terhadap osmolalitas media (OM) atau OH/OM; sehingga nilai $(1 - OH/OM)$ merupakan beban osmotik yang dihadapi larva dalam perkembangan menjadi pascalarva. Pada akhir percobaan larva tahap awal (sistem I), kondisi beban dan pencapaian stadia setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Rataan dan Simpangan Baku Parameter Fisika-Kimia Air Sistem I.

Parameter	Satuan	Perlakuan				Tolok Ukur
		1	2	3	4	
Suhu	°C	29.7 ± 0.5	29.3 ± 0.7	29.3 ± 0.4	29.0 ± 0.5	22-32
DO	ppm	7.19 ± 0.16	6.91 ± 0.33	6.77 ± 0.42	6.73 ± 0.36	> 5
BOD ₅	ppm	1.53 ± 0.71	1.59 ± 1.29	1.15 ± 1.15	2.10 ± 0.95	-
pH	-	7.56 ± 0.20	7.59 ± 0.28	7.59 ± 0.23	7.60 ± 0.23	7.2 - 8.4
CO ₂	ppm	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00	< 12
NH ₃ -N	ppm	0.098 ± 0.002	0.097 ± 0.001	0.096 ± 0.005	0.094 ± 0.001	0.1
NO ₂ -N	ppm	0.018 ± 0.000	0.012 ± 0.000	0.007 ± 0.000	0.014 ± 0.000	0.1
H ₂ S	ppm	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	noI

Tabel 2. Kemampuan Regulasi dan Beban Osmotik, Waktu Perkembangan Stadia serta Kondisi Pencapaian Stadia pada Akhir Percobaan Sistem I.

Perlakuan	Kemampuan Regulasi Osmotik (OH/OM)	Beban Osmotik 1-OH/OM	D _t Stadia Dominan (Stadia 5)	Kondisi Pencapaian Stadia (%)					Kelimpahan Stadia
				St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	
1	0.44	0.56	175 (B)	0.0	53.3	20.0	13.3	0.0	867
2	0.33	0.67	143 (C)	33.3	20.0	10.0	0.0	0.0	633
3	0.76	0.24	169 (B)	20.0	36.7	23.3	10.0	10.0	1000
4	0.65	0.35	198 (A)	46.7	16.7	30.0	0.0	0.0	933

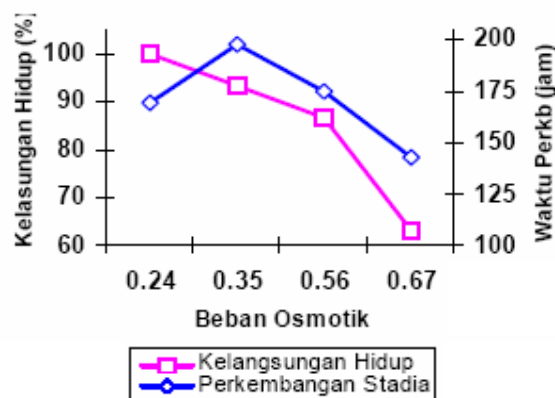
Kemampuan regulasi osmotik larva antar perlakuan ternyata berbeda; dengan nisbah OH/OM tertinggi pada perlakuan-3 sebesar 0.76 (Tabel 2). Dari penampilan regulasi osmotik tersebut, ternyata beban osmotik terendah terdapat pada perlakuan-3. Peningkatan perubahan salinitas di bawah dan di atas perlakuan-3, ternyata menekan kemampuan regulasi osmotik dan menyebabkan beban osmotik meningkat, seperti pada perlakuan-1, 2 dan 4. Kemampuan regulasi osmotik tertinggi atau dengan beban osmotik terendah yang terlihat pada perlakuan-3, mencirikan bahwa larva memiliki keterbatasan dalam hal melakukan regulasi osmotik. Hal ini sejalan dengan kajian Huong *et al.* (2004) yang menyitir hasil percobaan beberapa peneliti di bidang osmoregulasi larva crustacea, bahwa

kemampuan osmoregulasi hanya dimiliki sesaat setelah larva ditetaskan dari telur, seperti terlihat pada stadia awal larva udang *Callinassa jamaicensis*. Lebih lanjut dikemukakan, hasil studi morfologi larva udang tersebut dengan mikroskop elektron, ditemukan hanya lapisan jaringan yang berfungsi untuk kegiatan transport ion, karena pembentukan insang belum sempurna. Berdasarkan pola aktivitas pompa natrium yang serupa antara larva *Callinassa jamaicensis* dan larva *Macrobrachium rosenbergii*, Huong *et al.* (2004) menduga bahwa larva udang galah stadia awal melakukan aktivitas pompa natrium yang tinggi, sebagai kompensasi belum sempurnanya pembentukan tubuh larva.

Data pada Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa peningkatan perubahan salinitas/hari mem-

berikan beban osmotik terendah pada perlakuan-3, yaitu sebesar 0.24. Peningkatan perubahan salinitas perlakuan-1 ke 2; dan perlakuan 3 ke 4, ternyata malah meningkatkan beban osmotik. Kondisi ini menjelaskan bahwa pola perubahan peningkatan salinitas sebesar 1.0 ppt/hari pada perlakuan-3 mampu menurunkan beban osmotik, akan tetapi peningkatan salinitas 1.2 ppt/hari (perlakuan-4) malah menaikkan beban osmotik. Demikian juga pada peningkatan salinitas 0.6 ppt/hari (perlakuan-1) dan 0.8 ppt/hari (perlakuan-2). Berdasarkan uraian di atas, terdapat indikasi batas respon adaptasi larva berada pada perlakuan 2 dan 4.

Waktu perkembangan stadia larva adalah lama waktu rata-rata yang dibutuhkan individu larva sejak menetas sampai pada satu tahapan stadia. Perkembangan stadia larva ini tergantung dari pasokan energi yang bisa digunakan. Pada akhir sistem I, perkembangan stadia yang dominan adalah stadia 5 dan didapatkan adanya perbedaan yang nyata terhadap lama waktu perkembangan stadia. Pada Gambar 1. memperlihatkan bahwa waktu perkembangan stadia terlama terdapat pada beban osmotik 0.35 (perlakuan-4). Perubahan beban osmotik di bawah dan atau di atas perlakuan-4, ternyata mempercepat waktu perkembangan larva. Beban osmotik di bawah 0.35 mempercepat waktu perkembangan stadia dari 198 jam menjadi 169 jam (perlakuan-3). Demikian juga pada perlakuan beban osmotik di atas 0.35, ternyata mempercepat waktu perkembangan stadia larva dari 198 jam menjadi 175 jam dan 143 jam (perlakuan-1 dan 2).



Gambar 1. Hubungan Antara Waktu Perkembangan dan Kelangsungan Hidup dengan Beban Osmotik pada Stadia 5 Akhir Sistem I.

Pengaruh beban osmotik pada perlakuan-3 dapat dipahami, karena dengan adanya penurunan beban osmotik dari 0.35 menjadi 0.24; akan mengakibatkan menurunnya energi metabolisme; sehingga dapat meningkatkan jumlah energi bagi proses metamorfosis. Kondisi seperti di atas tidak terlihat pada perlakuan-1 dan 2; yang semakin tingginya beban osmotik, ternyata waktu perkembangan stadia menjadi cepat. Gambaran ini memberikan indikasi bahwa kemampuan larva udang galah pada stadia 5 untuk mempercepat perkembangan stadia sangat bergantung dari kecukupan suplai energi, dalam hal ini berasal dari *Artemia salina* sebagai pakan yang dikonsumsi. Hasil kajian dari Long dan Jie (2004) menjelaskan bahwa larva *Macrobrachium rosenbergii* memanfaatkan karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi; sedangkan sebagai sumber materi pembentuk struktur tubuh, larva udang galah memanfaatkan protein, khususnya asam amino, leucine. Komposisi kandungan karbohidrat dan lemak dari *Artemia salina*, adalah 13% dan 32% (van Stappen, 2004). Uraian di atas menjelaskan bahwa sebagai sumber energi yang mendorong percepatan perkembangan larva sampai dengan stadia 5, *Artemia salina* telah berfungsi optimal.

Pada hari ke-7 atau akhir sistem I, kelangsungan hidup antar perlakuan berbeda nyata. Peningkatan beban osmotik, diikuti dengan penurunan kelangsungan hidup. Kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan-3 dengan beban osmotik terendah. Gambar 1 memperlihatkan bahwa beban osmotik di atas 0.35 terdapat kecenderungan dengan semakin meningkatnya beban osmotik, semakin cepat waktu perkembangan stadia dan diikuti dengan menurunnya kelangsungan hidup. Lama waktu perkembangan ditentukan oleh energi yang tersedia; sedangkan kelangsungan hidup ditentukan oleh ketersediaan materi untuk mengimbangi kecepatan proses perkembangan. Berdasarkan beberapa kajian diketahui bahwa protein, khususnya leucine; merupakan sumber materi bagi perkembangan struktur tubuh larva udang galah. Sebagai perbandingan, menurut van Stappen (2004), kandungan asam amino, leucine dalam *Artemia salina* berkisar 84-100 mg/g-protein. Diduga jumlah materi ini tidak cukup memadai dan bila materi yang ada ternyata tidak mampu mendukung kecepatan proses perkembangan, maka akan mengakibatkan kemati-

an larva. Uraian di atas merupakan jawaban terhadap kondisi dimana terlihat kecepatan perkembangan stadia larva meningkat (143 jam), tetapi diikuti dengan penurunan kelangsungan

hidup larva (63.30%); seperti pada perlakuan-2. Pada akhir sistem I didapatkan kelangsungan hidup berturut-turut adalah 86.60% (perlakuan-1); 93.30% (perlakuan-4) dan 100% (perlakuan-3).

Tabel 3. Rataan dan Simpangan Baku Parameter Fisika-Kimia Air pada Sistem II.

Parameter	Satuan	Perlakuan				Tolok ukur
		Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4	
Suhu	°C	29.3 ± 0.5	29.0 ± 0.5	29.0 ± 0.5	29.1 ± 0.5	22-32
DO	ppm	7.00 ± 0.19	7.00 ± 0.21	6.95 ± 0.12	6.95 ± 0.35	> 5
BOD ₅	ppm	2.42 ± 1.23	2.52 ± 0.61	3.07 ± 1.24	2.45 ± 1.06	-
pH	-	7.58 ± 0.10	7.58 ± 0.18	7.56 ± 0.16	7.55 ± 0.18	7.2 – 8.4
CO ₂	ppm	5.66 ± 5.03	5.99 ± 5.10	5.16 ± 3.90	5.33 ± 4.42	< 12
NH ₃ -N	ppm	0.074 ± 0.030	0.071 ± 0.037	0.072 ± 0.025	0.072 ± 0.021	0.1
NO ₂ -N	ppm	0.050 ± 0.031	0.044 ± 0.031	0.052 ± 0.030	0.050 ± 0.026	0.1
H ₂ S	ppm	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	nil

Tabel 4. Kondisi Beban Osmotik pada Isosmotik dan Tahap Akhir Sistem II.

Perla- kuan	Beban Ratio OH/OM pada H7	Beban Ratio OH/OM mendekati Isosmotik (hr iso)	Stadia 9 dominan saat iso hr ke-16	Penurunan Beban sampai isosmotik (H7-iso) x hr	Total beban Osmotik sampai isosmotik (2+3)/2x(4)	SR (hari terakhir mencapai PL) Akhir Sistem II (%)	Bobot PL akhir sistem II (mg) & (Beban Osmotik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	0.56	0.18 (25)	321 (A)	9.5	9.25	30 (28)	1.8 (0.02)
2	0.67	0.33 (20)	317 (A)	6.8	10.00	37 (28)	3.5 (0.29)
3	0.24	0.20 (16)	322 (A)	0.64	3.25	50 (23)	2.5 (0.36)
4	0.35	0.33 (18)	361 (B)	0.36	6.12	57 (25)	3.0 (0.20)

Kondisi pada Sistem II

Pada percobaan larva tahap lanjut (sistem II), kondisi media dipertahankan stabil sampai dengan akhir percobaan; yaitu tepat ketika semua larva telah menjadi pascalarva (PL). Pantauan kualitas air selama percobaan sistem II disajikan pada Tabel 3. Hasil rataan dan simpangan baku nilai setiap parameter kualitas air, berada dalam rentang kisaran yang layak guna mendukung perkembangan larva udang galah.

Pengamatan regulasi osmolalitas hemolim larva sampai pada kondisi isosmotik dan akhir percobaan sistem II dapat dilihat pada Tabel 4. Data penurunan beban osmotik pada saat isosmotik, memperlihatkan bahwa kemampuan regulasi osmotik perlakuan-1 dan 2 menguat (9.5 dan 6.8); sedangkan perlakuan-3 dan 4 melemah (0.64 dan 0.36). Menguatnya kemampuan regulasi perlakuan-1 dan 2 pada sistem II ini, yang sebelumnya merupakan perlakuan dengan kemampuan regulasi terendah pada kondisi sis-

tem I, yaitu 0.44 dan 0.33 (Tabel 2); sejalan dengan tinjauan Huong *et al.* (2004) tentang kemampuan regulasi osmotik larva *Macrobrachium rosenbergii* pada stadia lanjut yang dapat beradaptasi pada salinitas rendah sekitar 6 ppt setelah 15 hari pemeliharaan larva. Uraian di atas diperkuat dengan hasil kajian Huong dan Wilder (2001) yang menyatakan terjadi penurunan konsentrasi adenosine diphosphate (ADP) yang berperan sebagai enzyme dalam aktivitas pompa natrium pada udang galah stadia 7 sampai dengan PL. Pada tahap PL, penelitian Ahearn dan Maginniss (1977 in Lignot *et al.*, 2000) menyimpulkan bahwa kemampuan regulasi osmotik *Macrobrachium rosenbergii*, lebih ditentukan oleh kecepatan transport molekul organik, seperti glukosa; dibanding regulasi ionik antar media dan haemolymph. Lebih lanjut menurut kajian Lignot *et al.* (2000), peningkatan kemampuan regulasi osmotik PL berbanding lurus dengan naiknya bobot PL, hal yang sama terlihat pada perlakuan-2 dengan bobot PL tertinggi akhir sistem II, sebesar 3.6 mg (Tabel 4).

Pada kondisi isosmotik, terlihat total beban osmotik terendah, terjadi pada perlakuan-3 (3.25) dengan waktu pencapaian tercepat, yaitu 16 hari. Lama waktu perkembangan stadia 9 saat isosmotik hari ke-16 pada tiap perlakuan memperlihatkan bahwa waktu yang tercepat, berturut-turut adalah 317 jam (perlakuan-2), 321 jam (perlakuan-1), 322 jam (perlakuan-3) dan terlama 361 jam (perlakuan-4). Dari data Tabel 4. terlihat kecepatan perkembangan stadia 9 pada perlakuan 1 dan 2, tidak diikuti dengan kelangsungan hidup yang tinggi di akhir percobaan sistem II (SR 30 dan 37%). Demikian juga tampilan pada perlakuan-2, terdapat bobot PL terbesar dan kelangsungan hidup terkecil; hal ini menjelaskan tidak terpenuhinya kebutuhan materi yang berasal dari *Artemia salina*. Kondisi yang ada memperlihatkan bahwa dengan meningkatnya total beban osmotik saat kondisi isosmotik setiap perlakuan (dari 3.25 ke 10.0), ternyata memperlambat waktu pencapaian PL (dari 23 hari ke 28 hari).

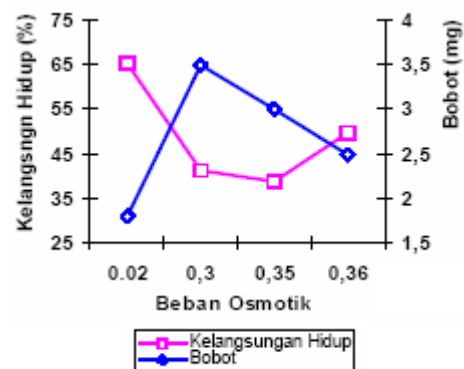
Percobaan pada sistem II berakhir pada hari ke-28 saat larva tiap perlakuan telah menjadi pascalarva. Beban tekanan osmotik, kelangsungan hidup dan bobot pascalarva dapat dilihat pada Tabel 4. Pada saat ini PL tiap perlakuan memperlihatkan kemampuan hyperosmoregulator, setelah tahap sebelumnya berada dalam kondisi hiposmotik; menurut Willmer *et al.* (2000), pola kemampuan regulasi larva udang galah tergolong ke dalam kelompok hiposmoregulator terbatas. Beban osmotik pada akhir sistem II dari yang terkecil adalah: 0.02 (perlakuan-1); 0.30 (perlakuan-2); 0.35 (perlakuan-4); dan 0.36 (perlakuan-3). Laju kematian selama percobaan sistem II tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata terhadap waktu. Data Tabel 4. memperlihatkan bahwa pada beban osmotik terendah (0.02), kelangsungan hidup dan bobot PL-nya terkecil (1.8 mg). Kenaikan beban osmotik dari 0.02 ke 0.30; meningkatkan bobot PL dari 1.8 mg ke 3.5 mg. Pada beban di atas 0.30; terlihat bobot PL menurun. Hal ini menunjukkan bahwa beban osmotik tidak berpengaruh nyata terhadap bobot PL (Gambar 2).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil simpulan dari penelitian “pengaruh beban kerja osmotik terhadap perkembangan dan kelangsungan hidup pada tahap awal dan tahap lanjut larva udang galah” adalah: (a) Pada

sistem I, perlakuan dengan salinitas 13 ppt, ternyata memberikan beban osmotik terkecil (α isosmotik) dengan waktu perkembangan stadia tercepat dan kelangsungan hidup tertinggi; (b) Saat pemeliharaan larva pada salinitas tetap sesuai perlakuan sampai kondisi isosmotik, ternyata perlakuan dengan salinitas 13 ppt memberikan total beban osmotik terkecil dengan waktu perkembangan stadia tercepat dan kelangsungan hidup tertinggi; (c) Saat pemeliharaan larva telah melewati kondisi isosmotik sampai dengan akhir penelitian, ternyata perlakuan dengan salinitas 10.2 ppt memberikan beban osmotik terkecil, persentasi kelangsungan hidup pascalarva tertinggi.

Kesimpulan di atas menegaskan bahwa pada beban osmotik mendekati isosmotik, akan mempercepat waktu perkembangan stadia larva dan mendukung persentasi kelangsungan hidup yang tinggi. Dengan demikian hipotesis awal penelitian ini dapat diterima. Kesimpulan hasil penelitian ternyata menguatkan hipotesis tersebut.



Gambar 2. Hubungan Antara Kelangsungan Hidup dan Bobot Pascalarva dengan Beban Osmotik pada Akhir Sistem II.

Saran yang dapat dikedepankan dari hasil penelitian di atas adalah penciptaan rekayasa kualitas lingkungan, khususnya salinitas pada bidang pembenihan udang galah. Rekomendasi salinitas adalah 13 ppt dengan melakukan penurunan salinitas sesaat mendekati isosmotik. Untuk selanjutnya, perlu dibuatkan paket konsep teknologi untuk selanjutnya dimasyarakatkan.

PUSTAKA

Al-Harbi, A. H. dan M. N. Uddin. 2004. **Quantitative and qualitative study of the bacterial flora of farmed**

- freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) larvae.** J. Appl. Ichthyol., 20: 461-465.
- D'Abramo, L. R. dan M. W. Brunson. 1996. **Biology and life history of freshwater prawns.** Southern Region Aquaculture Center Publication No. 483
- Huong, D. T. T. dan M. N. Wilder. 2001. **Studies on osmoregulation in giant freshwater prawn.** www.ctu.edu.vn/institutes/farming/jircas.
- Huong, D. T. T., W. Y. Yang, A. Okuno and M. N. Wilder. 2001. **Changes in free amino acids in hemolymph of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* exposed to varying salinities: Relationship to osmoregulation ability.** Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 128: 317-326.
- Huong, D. T. T., B. T. B. Hang, T. V. Bui and M. N. Wilder. 2004. **Study on Na/K-ATPase activity and rearing of giant freshwater prawn larvae (*Macrobrachium rosenbergii*) under low salinity.** Published of Can Tho University, Viet Nam, 12 pp
- Lignot, J. H., C. Spanings-Pierrot and G. Charmantier. 2000. **Osmoregulatory capacity as tool in monitoring the physiological condition and the effect of stress in crustaceans.** Aquaculture 191: 209-245
- Long, Z. Y. dan Y. J. Jie. 2004. **Biochemical changes and digestive enzyme activities during embryonic development of *Macrobrachium rosenbergii*.** School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China.
- Mohanta, K. N. 2000. **Development of giant freshwater prawn broodstock.** Naga, 23 (3) : 18 - 20.
- Shinn-Pyng, Y., T. G. Sung, C. C. Chang, W. Cheng dan C. M. Kuo. 2005. **Effect of an organophosphorus insecticide, trichlorfon, on hematological parameters of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man).** Aquaculture 243: 383-392.
- Spotts, D. 2001. **Introducing *Macrobrachium rosenbergii*.** www.miami-aquaculture.com
- Uno, Y. dan K. C. Soo. 1969. **Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* in the laboratory.** J. Tokyo Univ. Fish, 55 (2) : 179-190.
- van Stappen, G. 2004. **Lipovitelin from *Artemia salina*, biochemical analysis.** Laboratory of *Artemia* Reference Center University of Gent, Belgium. 75 pp
- Wilder, M. N., K. Ikuta, M. Atmomarsono, T. Hatta dan K. Komuro. 1998. **Changes in osmotic and ionic concentrations in the hemolymph of *Macrobrachium rosenbergii* exposed to varying salinities.** Comparative Biochemistry and Physiology - Part A, 119 (4): 941-950
- Willmer, P., G. Stone dan I. Johnston. 2000. **Environmental physiology of animals.** Blackwell Science Ltd., Edinburgh. 644 pp.