

PEMANFAATAN SARI BUAH PEPAYA (*Carica papaya* L.) UNTUK PENINGKATAN VITALITAS PASCALARVA UDANG VANAME (*Litopenaeus Vannamei*) SELAMA MASA ADAPTASI PENURUNAN SALINITAS

*Utilization of Papaya Juice (*Carica papaya* L) to Improve Vitality of White Shrimp Postlarvae (*Litopenaeus vannamei*) during their Adaptation to Salinity Decrease*

Ferdinand Hukama Taqwa^{1*}, Marsi¹, Adias Praja¹

¹PS. Akuakultur, Fakultas Pertanian UNSRI
Kampus Indralaya Jl. Raya Palembang Prabumulih KM 32 Ogan Ilir Telp. 0711 7728874

*Korespondensi email : ferdinand_unsri@yahoo.co.id

ABSTRACT

The purposes of this research were to increase vitality of white shrimp postlarvae during adaptation time to salinity decrease with the addition of papaya juice, and to assess the physical and chemical properties of water during their adaptation. The research was conducted in October 2011 at the Laboratory of Aquaculture, Aquaculture Study Program, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The research used a completely randomized design in order to evaluate the effect of a various papaya juice concentration. The concentrations used were without papaya juice addition (P₀), addition of papaya juice equivalent to 15 ppm K⁺ (P₁), addition of papaya juice equivalent to 30 ppm K⁺ (P₂), addition of papaya juice equivalent to 45 ppm K⁺ (P₃), and addition of papaya juice equivalent to 60 ppm K⁺ (P₄). Each treatment was repeated 3 times. The results of this current study showed that the addition of papaya juice equivalent to 15 ppm (P₁) in media that used to decrease salinity was concluded as the best treatment, and gave the survival rate of 65.56%, glucose level of 156.67 mg.dL⁻¹ and oxygen consumption rate of 4.807 mg O₂.g⁻¹.hour⁻¹. The physical and chemical properties of media used for adaptation were still within a tolerable range for white shrimp postlarvae, except pH tent to be lower than the criteria.

Keywords : *vitality, papaya, white shrimp, adaptation, salinity*

PENDAHULUAN

Prospek budidaya udang vaname pada salinitas yang rendah sangat menjanjikan, karena budidaya udang vaname di media salinitas rendah yang jauh dari pantai dapat mengurangi resiko perusakan lingkungan terutama kawasan *green belt* dan ekosistem hutan mangrove.

Budidaya udang vaname pada media salinitas rendah memiliki beberapa kendala yaitu, ketersediaan bibit udang yang siap tebar sangat terbatas, sehingga diperlukan teknologi adaptasinya, karena pada saat terjadi penurunan salinitas akan diiringi penurunan alkalinitas dan pH,

sehingga udang mudah stres, kurang nafsu makan, serta cenderung berkulit tipis (Taqwa *et al.*, 2010).

Penelitian tentang adaptasi yang memanfaatkan bahan kimia sintetis (K_2CO_3) telah banyak dilakukan seperti pada penelitian Taqwa *et al.* (2008, 2010), akan tetapi penggunaan bahan sintetis memerlukan biaya yang relatif mahal dibandingkan bahan dari hortikultura lokal dengan memanfaatkan kandungan mineral-mineral penting terutama kalium. Salah satu bahan lokal tersebut adalah buah pepaya (*Carica papaya*) yang dalam 100 gram bahan yang dapat dimakan mengandung kalsium 24 mg, besi 0,1 mg, magnesium 10 mg, fospor 5 mg, kalium 257 mg, seng 0,07 mg, tembaga 0,016 mg, mangan 0,011 mg, dan selenium 0,6 mg (Riana, 2000 *dalam* Khakim, 2008). Di sisi lain, Taqwa *et al.* (2014) menyatakan bahwa penambahan sari buah timun suri setara dengan 15 ppm kalium pada air tawar pengencer selama masa aklimatisasi 96 jam untuk PL₁₅ udang vaname dengan penurunan salinitas media dari 20 ppt hingga 1 ppt cukup efektif menurunkan tingkat stres dan meningkatkan kelangsungan hidup pascalarva udang vaname uji.

Dengan dasar tersebut maka dikembangkan teknik pemberian sari buah

pepaya yang mengandung mineral penting tersebut dengan tujuan dapat menggantikan penggunaan bahan kimia sintetis sehingga meningkatkan vitalitas pascalarva udang vaname di media salinitas rendah untuk menghasilkan benih yang prima.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan bulan Oktober 2011 di Laboratorium Budidaya Perairan, Program Studi Akuakultur, Universitas Sriwijaya. Pengukuran kadar glukosa darah di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu termometer, pH meter, DO meter, refraktometer, spektrofotometer, akuarium, galon kecil, *blower*, mortal, kran infus, timbangan analitik, ember, *juicer*, toples bening, *flame photometer*, tabung efendrof, *sentrifuge*, spuit suntik, dan mikro pipet. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu buah pepaya, *A. salina*, akuades, pascalarva udang vaname (PL₁₅), air laut, air tawar dan EDTA.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ulangan perlakuan sebanyak tiga kali. Perlakuan yang digunakan yaitu dengan penambahan sari buah pepaya pada air tawar pengencer dari salinitas 20 ppt menjadi 1 ppt untuk stadia udang vaname PL₁₅ hingga PL₁₉ sebagai berikut :

- P₀ = tanpa penambahan sari buah pepaya
P₁ = penambahan sari buah pepaya setara dengan 15 ppm kalium
P₂ = penambahan sari buah pepaya setara dengan 30 ppm kalium
P₃ = penambahan sari buah pepaya setara dengan 45 ppm kalium
P₄ = penambahan sari buah pepaya setara dengan 60 ppm kalium

Cara Kerja

Pembuatan sari buah dan analisis kandungan mineral sari buah pepaya

Buah pepaya yang digunakan adalah buah pepaya dengan tingkat kematangan buah yang optimal yang dicirikan oleh seluruh kulit buahnya telah berubah warna menjadi kuning atau kuning kemerahan. Rasanya manis segar beraroma dan berair banyak. Metode pengolahan sari buah pepaya berdasarkan Taqwa *et al.* (2011)

yaitu berupa pengolahan *steam* saat proses *blanching* yang ditambahkan CMC 0,5% saat proses pasteurisasi sehingga dapat menghasilkan kadar kalium lebih tinggi.

Pemeliharaan pascalarva udang vaname sebelum perlakuan

Pascalarva yang digunakan adalah PL₁₀ yang hidup pada salinitas 20 ppt. Pascalarva udang vaname berasal dari perusahaan pembenihan udang di daerah Lampung. Udang dipelihara dengan diberi pakan alami berupa *A. salina* dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak 4 kali sehari, yaitu pagi, siang, sore, dan malam hari secara *ad libitum* selama PL₁₀-PL₁₅.

Persiapan sebelum adaptasi dengan penambahan sari buah pepaya

Wadah pemeliharaan yang dipakai adalah akuarium dengan ukuran 50 cm × 40 cm × 40 cm sebanyak 15 unit yang dilengkapi dengan aerasi. Wadah pemeliharaan diatur secara acak sesuai satuan percobaan. Wadah tempat air tawar yang telah dicampur sari buah pepaya sesuai perlakuan diatur lebih tinggi untuk mempermudah dalam mengalirkan air tawar ke setiap akuarium perlakuan. Air bersalinitas 20 ppt dimasukkan sebanyak 3 liter per akuarium percobaan. Sebelum percobaan dimulai seluruh akuarium diaerasi selama 1 hari sehingga oksigennya jenuh. Air tawar yang berbeda kandungan

sari buah yang sesuai dengan perlakuan merupakan media pengencer ke salinitas rendah. Sumber air tawar berasal dari air sumur yang sebelumnya telah diendapkan.

Adaptasi pascalarva udang vaname dengan penambahan sari buah pepaya

Pascalarva udang vaname yang digunakan dalam adaptasi adalah PL₁₅ dengan padat tebar 150 individu per akuarium. Penurunan salinitas dimulai dari 20 ppt sampai 1 ppt dengan cara penambahan air tawar yang telah ditambahkan sari buah pepaya. Metode adaptasi dilakukan secara gradual dan kontinyu dengan pengaturan melalui kran infus, sehingga pada jam ke-24 salinitas media adaptasi menjadi 15 ppt dengan penambahan 1 liter air tawar pengencer, pada jam ke-48 menjadi 10 ppt dengan penambahan 2 liter air tawar pengencer, jam ke-72 menjadi 5 ppt dengan penambahan 6 liter air tawar pengencer, dan jam ke-96 menjadi 1 ppt dengan penambahan 48 liter air tawar pengencer.

Pengumpulan Data

Variabel kerja untuk sifat fisika kimia media yang diamati beserta acuan formulasinya meliputi suhu, salinitas, pH

dan amonia (APHA, 1989). Parameter kualitas air yang diukur pada awal dan akhir adaptasi adalah kadar kalium, kalsium, natrium, dan amonia, sedangkan suhu, salinitas, oksigen terlarut dan pH diukur setiap hari dengan frekuensi 4 kali yaitu pada pukul 06.00 WIB, 12.00 WIB, 18.00 WIB dan pukul 20.00 WIB. Pengukuran data lainnya dengan acuan formulasi yaitu pengukuran kadar glukosa darah (Wedemeyer dan Yasutake, 1997), pengukuran tingkat konsumsi oksigen (Liao dan Huang, 1975) dan kelangsungan hidup PL udang vaname (Effendie, 2002).

Analisis Data

Data yang dianalisis secara statistik meliputi kelangsungan hidup dan kadar glukosa cairan tubuh. Keseluruhan data nilai tengah dilakukan uji respon pada tingkat kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan antar perlakuan, data analisis dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur. Data yang dianalisis secara statistik regresi meliputi kelangsungan hidup, kadar glukosa cairan tubuh, dan pH dengan menggunakan program MS. Excel. Data fisika kimia media dan tingkat konsumsi oksigen dianalisis secara deskriptif.

Fisika Kimia Air Selama Masa Adaptasi Penurunan Salinitas

Selama masa adaptasi pascalarva udang vaname dari salinitas 20 ppt ke 1 ppt disarikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fisika kimia air selama masa adaptasi pascalarva udang vaname

Perlakuan	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	Oksigen Terlarut (mg.L ⁻¹)	Amonia (mg.L ⁻¹)	pH (unit pH)
P ₀	26-28	1-20	8,06-9,71	0,014-0,046	6,5-7,1
P ₁	26-28	1-20	7,90-9,80	0,014-0,029	6,2-7,1
P ₂	26-29	1-20	6,14-9,10	0,014-0,038	5,0-7,1
P ₃	25-28	1-20	6,13-9,31	0,014-0,030	3,5-7,0
P ₄	25-28	1-20	6,31-9,81	0,014-0,029	3,9-7,1

Suhu selama masa adaptasi udang vaname berkisar antara 25-29°C. Kisaran suhu tersebut masih dalam kisaran toleransi udang vaname. Menurut Warsito (2010), suhu air optimal untuk pertumbuhan udang vaname berkisar antara 28-30°C. Jika suhu air lebih dari angka tersebut maka metabolisme dalam tubuh udang akan berlangsung cepat.

Nilai pengukuran oksigen terlarut selama masa adaptasi udang vaname berkisar antara 6,13-9,81 mg.L⁻¹. Kadar oksigen terlarut selama masa adaptasi pascalarva udang vaname masih dalam batas yang dapat ditoleransi oleh udang vaname. Kandungan oksigen terlarut optimal untuk udang vaname sebesar 4

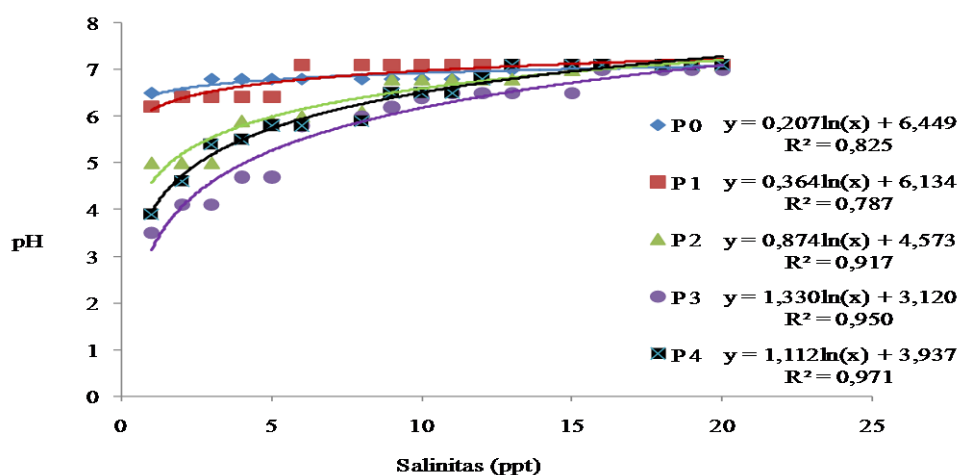
ppm (Warsito, 2010). Pada masa adaptasi digunakan instalasi aerasi, sehingga kandungan oksigen terlarut selalu berada pada kisaran toleransi.

Nilai amonia yang didapat selama masa adaptasi udang vaname berkisar 0,014-0,046 mg.L⁻¹. Nilai amonia pada perlakuan P₀ lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Kordi (2009) menyatakan makin tinggi suhu dan pH air, makin tinggi pula persentase konsentrasi amonia. Nilai amonia ini masih dalam kisaran toleransi, menurut Warsito (2010) kadar amonia total yang masih boleh terkandung di air untuk udang vaname maksimum 0,2 mg.L⁻¹. Kandungan amonia di atas kisaran

optimal dapat menyebabkan kerusakan pada insang dan mengurangi kemampuan darah yaitu terhambatnya pengikatan oksigen oleh darah (Boyd, 1991 *dalam* Taqwa *et al.*, 2008).

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan salinitas media berpengaruh terhadap penurunan pH yang berbeda antar perlakuan. Hubungan antara salinitas dengan pH selama masa adaptasi pascalarva udang vaname dapat dilihat pada Gambar 1. Selama masa adaptasi pascalarva udang vaname, nilai pH terus turun seiring dengan penurunan salinitas terutama pada perlakuan pemberian sari buah pepaya sebesar dengan dan lebih besar dari 30 ppm kalium. Berdasarkan

hasil analisis regresi, hubungan antara salinitas dan pH bersifat logaritmik. Dari persamaan-persamaan tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi nilai koefisien regresi berarti pengaruh penurunan salinitas menyebabkan penurunan nilai pH media lebih besar. Nilai pH pada perlakuan P₂, P₃, dan P₄ pada akhir masa adaptasi cukup rendah dibandingkan dengan perlakuan P₀ dan P₁, hal ini diduga banyaknya dosis sari buah pepaya yang dapat menurunkan nilai pH. Nilai pH yang berada di bawah kisaran toleransi akan menyebabkan kesulitan ganti kulit sehingga kulit menjadi lembek serta kelangsungan hidup menjadi rendah (Chien, 1992).



Gambar 1. Hubungan antara salinitas dengan pH pada berbagai penambahan sari buah pepaya

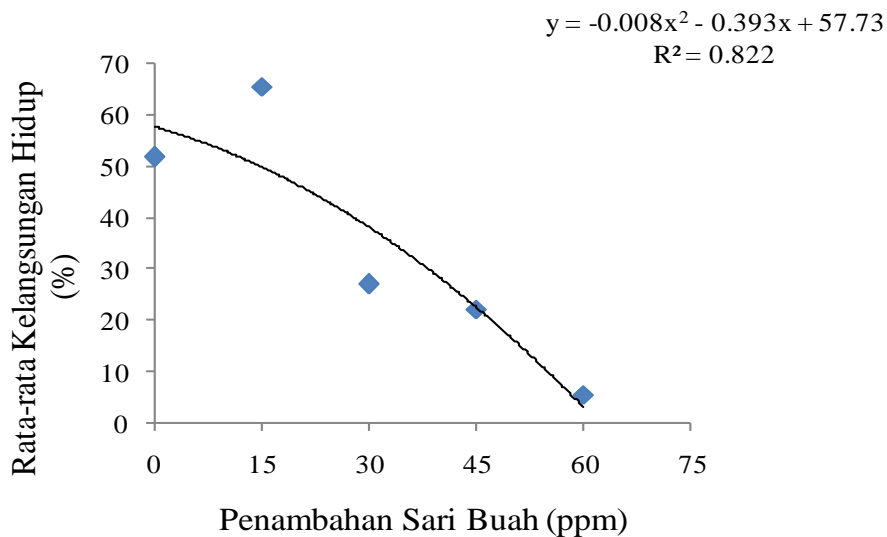
Vitalitas Pascalarva Udang Vaname

Kelangsungan hidup sering dikaitkan dengan ketahanan hidup udang dalam mempertahankan diri dengan lingkungannya. Kelangsungan hidup pascalarva udang vaname selama masa

adaptasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan untuk hubungan antara dosis sari buah pepaya dengan kelangsungan hidup pascalarva udang vaname selama masa adaptasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Kelangsungan hidup pascalarva udang vaname selama masa adaptasi

Perlakuan (penambahan sari buah pepaya)	Rata-rata kelangsungan hidup (%)	BNJ taraf 5% = 6,41
P ₀ (kontrol)	51,78	c
P ₁ (15 ppm K ⁺)	65,56	d
P ₂ (30 ppm K ⁺)	26,89	b
P ₃ (45 ppm K ⁺)	22,00	b
P ₄ (60 ppm K ⁺)	5,33	a



Gambar 2. Hubungan dosis sari buah pepaya terhadap kelangsungan hidup pascalarva udang vaname

Berdasarkan analisa sidik ragam data kelangsungan hidup udang vaname terlihat bahwa dengan penambahan sari buah pepaya selama penurunan salinitas dari 20 ppt ke 1 ppt memberikan pengaruh yang nyata terhadap kelangsungan hidup pascalarva udang vaname. Berdasarkan uji lanjut BNJ bahwa penambahan sari buah pepaya yang setara dengan 15 ppm kalium memberikan kelangsungan hidup tertinggi pascalarva udang vaname yaitu sebesar 65,56%, sehingga perlakuan P₁ merupakan perlakuan terbaik untuk kelangsungan hidup udang vaname. Perlakuan P₀, P₂, P₃, P₄ berbeda nyata tetapi kelangsungan hidupnya lebih kecil dibandingkan perlakuan P₁. Taqwa *et al.*, (2008), menyatakan pascalarva udang vaname yang diadaptasikan dari salinitas 20 ppt hingga 2 ppt selama 4 hari saat stadia PL₂₀ hingga PL₂₄ dengan penambahan kalium ke media air tawar pengencer sebanyak 25 ppm (kadar kalium media bersalinitas 2 ppt menjadi 51 ppm) menghasilkan kelangsungan hidup pascalarva udang vaname sebesar 97%.

Berdasarkan hasil analisis regresi, didapat persamaan kuadratik dari hubungan pemberian sari buah terhadap kelangsungan hidup pascalarva udang vaname yaitu $y = -0,008x^2 - 0,393x + 57,73$ yang berarti bahwa terdapat

penurunan SR pascalarva udang vaname sebesar 0,393% dan menurun sebesar 57,73 setiap penambahan dosis sari buah pepaya. Nilai R² (koefisien determinasi) sebesar 0,822 yang berarti bahwa 82,2% penurunan SR pascalarva udang vaname dipengaruhi dosis sari buah pepaya.

Kelangsungan hidup pascalarva udang vaname yang diberikan sari buah pepaya lebih kecil dibandingkan pemberian bahan kimia sintetis, hal ini diduga karena rendahnya nilai pH dan keruhnya media adaptasi untuk pascalarva udang vaname akibat aplikasi sari buah pepaya. Menurut Chien (1992) pH yang berada di bawah kisaran toleransi dapat menghambat proses *moulting* dan berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup.

Kadar Glukosa Cairan Tubuh Pascalarva Udang Vaname

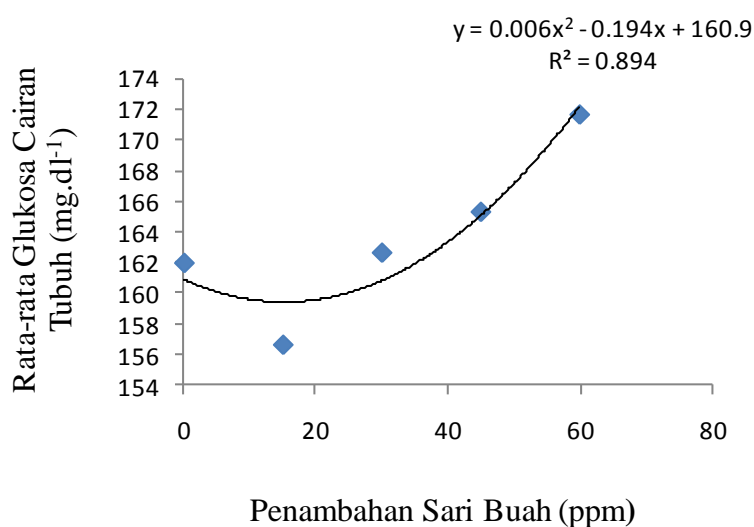
Kenaikan kadar glukosa cairan tubuh menggambarkan respon stres dikarenakan beberapa kondisi lingkungan yang tidak mendukung (Alan, 1987). Kadar glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname pada akhir masa adaptasi dapat dilihat pada Tabel 3 dan hubungan antara dosis sari buah dengan glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname selama masa adaptasi dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 3. Kadar glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname

Perlakuan (penambahan sari buah pepaya)	Rata-rata glukosa cairan tubuh (mg.dL ⁻¹)	BNJ taraf 5% = 6,94
P ₀ (kontrol)	162,00	ab
P ₁ (15 ppm K ⁺)	156,67	a
P ₂ (30 ppm K ⁺)	162,67	ab
P ₃ (45 ppm K ⁺)	165,33	bc
P ₄ (60 ppm K ⁺)	171,67	c

Kadar glukosa cairan tubuh tertinggi setelah masa adaptasi yaitu pada perlakuan P₄ sebesar 171,67 mg.dL⁻¹ dan yang terendah pada perlakuan P₁ sebesar 156,67 mg.dL⁻¹. Pada awal pemeliharaan rata-rata kadar glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname sebesar 96,90 mg.dL⁻¹ dan semakin

meningkat pada semua perlakuan. Penambahan sari buah pepaya dapat menekan kadar glukosa cairan tubuh terendah dengan penambahan sari buah pepaya yang setara dengan 15 ppm kalium dan semakin tinggi penambahan dari 15 ppm kadar glukosanya juga semakin tinggi.



Gambar 3. Hubungan dosis sari buah pepaya terhadap glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname

Berdasarkan hasil analisis regresi, didapat persamaan kuadrat akibat pemberian sari buah terhadap glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname yaitu $y = 0,006x^2 - 0,194x + 160,9$ yang berarti bahwa terdapat peningkatan glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname sebesar 0,194% dan dapat meningkat sebesar 160,9 setiap kali penambahan dosis sari buah pepaya. Nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,894 yang berarti bahwa 89,4% peningkatan glukosa cairan tubuh pascalarva udang vaname dipengaruhi dosis sari buah pepaya.

Menurut Anonim (2012), kalium adalah mineral penting yang membantu untuk menormalkan detak jantung, mengirim oksigen ke otak, dan mengatur keseimbangan cairan tubuh. Ketika stres

kecepatan metabolisme akan meningkat, sehingga akan mengurangi kadar kalium dalam tubuh, hal ini dapat diseimbangkan lagi dengan penambahan kalium, akan tetapi akibat kelebihan kalium akan menyebabkan hiperkalemia, yang dapat menyebabkan irama jantung yang tidak teratur, yang berupa *palpitasi* (jantung menjadi berdebar keras). Menurut Cuzon *et al.*, (2004) dalam Taqwa *et al.*, (2008), bahwa pada golongan udang jika kadar glukosa tubuh melebihi 150 mg.dL^{-1} mengindikasikan udang tersebut stres dan membutuhkan energi yang lebih tinggi.

Tingkat Konsumsi Oksigen

Tingkat konsumsi oksigen pascalarva udang vaname selama masa adaptasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat konsumsi oksigen pada akhir masa adaptasi

Perlakuan (penambahan sari buah pepaya)	Tingkat konsumsi oksigen ($\text{mg O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{jam}^{-1}$)
P ₀ (kontrol)	8,82
P ₁ (15 ppm K ⁺)	4,75
P ₂ (30 ppm K ⁺)	16,31
P ₃ (45 ppm K ⁺)	16,81
P ₄ (60 ppm K ⁺)	11,51

Tingkat konsumsi oksigen dapat digunakan untuk mengetahui laju metabolisme pascalarva udang vaname. Tingkat konsumsi oksigen tertinggi terdapat pada perlakuan P₃ yaitu sebesar 16,879 mg O₂. g⁻¹. jam⁻¹ dan yang terendah pada perlakuan P₁ yaitu sebesar 4,807 mg O₂. g⁻¹. jam⁻¹.

Penambahan mineral kalium pada sari buah pepaya dapat mengurangi konsumsi oksigen pascalarva udang vaname sampai batas tertentu. Hal ini disebabkan keruhnya media pascalarva udang vaname sehingga pascalarva udang vaname sulit bernafas akibat tertutupnya insang oleh bahan organik dari sari buah pepaya. Menurut Anonim (2012), fungsi dari mineral kalium adalah untuk menormalkan detak jantung, mengirim oksigen ke otak, dan mengatur keseimbangan cairan tubuh. Tingkat konsumsi oksigen naik secara bertahap selama 2-3 jam pertama jika salinitas diturunkan, namun turun kembali saat biota akuatik sudah beradaptasi (Venberg, 1983 *dalam* Hukom, 2007).

KESIMPULAN

Penambahan sari buah pepaya yang setara dengan 15 ppm kalium selama masa adaptasi penurunan salinitas dapat meningkatkan vitalitas pascalarva udang

vaname terutama ditinjau dari kelangsungan hidup, kadar glukosa darah dan tingkat konsumsi oksigen. Secara umum fisika kimia air selama masa adaptasi pascalarva udang vaname dengan penambahan sari buah pepaya masih dalam kisaran toleransi, kecuali nilai pH yang rendah pada perlakuan P₂, P₃, P₄.

DAFTAR PUSTAKA

- Alan, G.H. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press. United States.
- American Public Health Association (APHA). 1989. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 4th edition. American Public Health Association. Washington DCD. 1193p.
- Anonim. 2012. Vitamin untuk kecemasan gugup. <http://id.hicow.com>. Diakses tanggal 10 Februari 2012.
- 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.
- Effendie, M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- 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.
- Kalie, M.B. 2004. Bertanam Pepaya. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Liao, I.C. and H.J. Huang. 1975. Studies on the respiration of economic prawns in Taiwan. I. Oxygen consumption and lethal dissolved oxygen of egg up to young prawns of *penaeus monodon* Fab. *Jurn. Fish. Soc. Taiwan* 4 (1): 33-50.
- Mahardika, M.I. 2011. Waktu pencapaian moulting, tingkat stres dan sintasan pascalarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama masa penurunan salinitas dengan penambahan kalsium. Skripsi. Universitas Sriwijaya. (tidak dipublikasikan).
- Taqwa, F.H., E. Lidiasari, Marsi, M. Syaifudin. 2011. Kajian Kandungan Mineral Sari Buah Timun Suri, Pisang dan Pepaya untuk Upaya Peningkatan Performa Pascalarva Udang Vaname selama Masa Adaptasi Penurunan Salinitas. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tahun 2011 "Riset Inovasi dalam Mencapai Kemandirian Energi dan Pangan Berkelanjutan/Berwawasan Lingkungan"* 1-2 Desember 2011, Palembang. ISBN 978-602-95965-2-6.
- 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., E. Lidiasari. I. Mulyawan. 2014. 0Aplikasi Sari Buah Timun Suri selama Masa Penurunan Salinitas Media Aklimatisasi Pascalarva Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*). *Prosiding Seminar Tahunan ke-3 "Hasil-hasil Perikanan dan Kelautan"* Vol. 4 pada tanggal 2 November 2013 di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang. ISSN 2339-0883.
- 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.
- Wardianto, S. 2008. Evaluasi budidaya udang putih (*Litopenaeus vannamei*) dengan meningkatkan kepadatan tebar di tambak intensif. *Seminar hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat*. Universitas Lampung.
- Warsito, T. 2010. Penongkolan benih udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). <http://totototo.blogspot.com/penokolan-udang>. Diakses tanggal 18 Juli 2011.
- Wedemeyer, G.A. and W.T Yasutake. 1997. *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.