

PENGARUH PENURUNAN SALINITAS AIR TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP UDANG WINDU (*Penaeus monodon Fabricius*)

*The Effect of Decreasing in Water Salinity on the Growth and Survival Rate of the Tiger Prawn
(Penaeus monodon Fabricius)*

Haryanti¹, Djalal Tandjung² dan Harminani S.²

Program Studi Biologi
Fakultas Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

The main purpose of this study was to determine the effect of decreasing in water salinity on the growth and survival rate of the tiger prawn (*Penaeus monodon Fabricius*). The growth and survival rate were very much influenced by the quality of environmental factors and the prawn's ability to adapt on water salinity changes.

The experiment was conducted by using glass aquaria, complete with aeration. The water salinity was decreased every three weeks, at a 5 ppt concentration interval. The water salinity in the four control aquaria remained constant during the experiment. Observation on the rate of weight growth, length of prawn and water quality were conducted each week. Randomized Completed Design of 5 treatment and 4 replication were used in this experiment.

The results of the experiment shown that the decreasing in water salinity affected the absolute weight growth and daily weight growth rate and significantly differed between treatments. But there was no significant difference in the total growth rate and carapac length. The growth rate the standard length was significantly different between treatments. The effect of decreasing in water salinity to water quality showed that unionized ammonium concentration (NH_3), ion nitrit (NO_2), free carbon dioxide (CO_2), dissolved oxygen and water temperature were not significantly different between all the treatments.

Key words: salinity -- *Penaeus monodon Fabricius* -- water salinity

1: Balai Penelitian Budidaya Pantai, Litbang Departemen Pertanian Jakarta

2: Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

PENGANTAR

Latar Belakang

Penaeus monodon Fabricius (udang windu) merupakan salah satu jenis udang laut dari familia Penacidae Bate, clasis Crustacea (Dall, 1957 cit. Joubert, 1965). Udang ini pada waktu sekarang menduduki tempat penting di sektor perikanan, baik sebagai komoditi ekspor maupun konsumsi dalam negeri (Soegiarto *et al.*, 1979). Pengembangan budidaya udang windu di tambak pada saat sekarang banyak mendapat perhatian. Walaupun demikian, berbagai aspek masalah seperti ketersediaan dan pengelolaan air, baik kualitas maupun kuantitasnya masih menjadi masalah utama.

Pengadaan air laut dan air tawar untuk budidaya udang windu dengan salinitas optimal, banyak tergantung pada musim serta jauh dekatnya lokasi tambak terhadap sumber air. Sumber air pada umumnya berasal dari sungai atau muara sungai, laut, atau kombinasi air laut dan air sungai. Kendatipun sumber air tawar dan air laut cukup, seringkali musim merupakan kendala yang akan menimbulkan peningkatan atau penurunan salinitas air.

Rendah atau tingginya salinitas air diduga akan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu yang dipelihara. Keadaan lingkungan yang demikian juga akan mempengaruhi aktivitas pergantian kulit, metabolisme, pergerakan dan tingkah laku lainnya (Cartisle and Knowles, 1959). Pada umumnya beberapa spesies udang pada stadium post larva mampu beradaptasi terhadap kisaran salinitas yang besar berkisar 4-35 ppt. Adaptasi terhadap perubahan salinitas air pada stadium juwana dan dewasa diduga dengan kisaran yang lebih sempit karena belum banyak diketahui (Anonymous, 1978).

Dengan bertitik tolak dari masalah tersebut, timbul keinginan untuk mengadakan penelitian tentang pengaruh penurunan salinitas air terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang *Penaeus monodon Fabricius* pada stadium juwana dengan harapan dapat mengetahui sampai sejauh manakah pengaruh penurunan salinitas air pada pertumbuhan, kelangsungan hidup, serta hubungannya dengan kualitas air. Dengan demikian masukan informasi tentang kisaran salinitas air yang optimal bila terjadi penurunan salinitas air dapat diperoleh, dan kemungkinan pemanfaatan tambak bersalinitas rendah untuk budidaya udang windu dapat diketahui.

Tinjauan Teori

Salinitas air diartikan sebagai bahan padat terlarut per kilogram air laut. Pada umumnya air laut mengandung sekitar 3,5% dari berat bahan terlarut, yaitu Natrium klorida (NaCl) 2,7%, Magnesium klorida (MgCl₂) 0,4%, Magnesium sulfat (MgSO₄) 0,2%, Kalsium sulfat (CaSO₄) 0,15%, Kalium klorida (KCl) 0,05% dan mineral runtu lainnya (Santos, 1978).

Salinitas air merupakan faktor ekologis yang penting dalam pemeliharaan udang, karena kepekaan yang berbeda-beda dalam menanggapi perubahan kadarnya. Dalam hal ini hubungannya adalah dengan tekanan os-

motis dan pengaturan ionis udang terhadap cairan lingkungannya. Penelitian lain menunjukkan bahwa pengaturan ionis pada 4 spesies udang dengan salinitas 10-50 ppt berbeda. *Penaeus plebejus* dan *Penaeus esculentus* kurang dapat meregulasi Natrium, Kalium, Kalsium, Magnesium, klorida dan Sulfat pada salinitas air yang rendah, sedangkan *Penaeus merguensis* dan *Metapenaeus* masing-masing dapat meregulasi ionis pada salinitas 15-40 ppt dan 10-50 ppt.

Peneliti lain (Anonymous, 1978 dan Poernomo, 1979) menyatakan bahwa setiap jenis atau bahkan stadia hidup udang mempunyai pilihan salinitas tertentu untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Toleransi terhadap salinitas pada stadia post larva bervariasi dengan kisaran yang luas antara 4-35 ppt, dan suhu yang cukup tinggi sampai 32°C untuk tumbuh menjadi stadia juwana (Munro, 1968 cit. Toro dan Soegiarto, 1979).

Pada *Penaeus japonicus*, kisaran salinitas yang optimum selama stadia embryonik adalah 27-39 ppt dan kisaran akan menjadi lebih lebar pada pertumbuhan selanjutnya sampai pada permulaan stadia juwana yaitu 23-47 ppt (Imai, 1977). *Penaeus monodon Fabricius* dan *Metapenaeus* spp lebih menunjukkan kemampuan untuk bertahan pada salinitas agak rendah untuk pertumbuhannya dibandingkan dengan *Penaeus merguensis* dan *Penaeus indicus* yang memerlukan salinitas agak tinggi di atas 10 ppt (Anonymous, 1978). Sedangkan pertumbuhan optimal *Penaeus merguensis* dicapai pada salinitas 27 ppt. Toleransi udang terhadap salinitas air yang tinggi masih belum banyak diketahui dan keadaan ini dapat terjadi bila pergantian air secara teratur tidak memungkinkan pada area yang jauh dari sumber air tawar dan curah hujan rendah. *Penaeus monodon Fabricius*, *Metapenaeus* spp dan *Penaeus merguensis* masih tahan hidup sampai salinitas 60 ppt jika perubahan terjadi secara berangsur-angsur. Namun pada keadaan tersebut udang tidak akan tumbuh dan kematian akan terjadi secara berangsur-angsur terutama pada waktu pergantian kulit (ecdysis). Sebaiknya penelitian terhadap juwana *Penaeus kerathurus* dan *Palaemon serratus* menunjukkan bahwa kedua jenis udang ini mempunyai pertumbuhan yang baik pada salinitas tinggi di tambak garam dan laju mortalitas yang cukup rendah dalam budidaya secara ekstensif (Rodriguez, 1981).

Salinitas juga berperan dengan peningkatan atau penurunan oksigen terlarut dan gas-gas lainnya dalam air. Pada salinitas yang lebih tinggi, daya larut oksigen dalam air semakin rendah (Mintardjo *et al.*, 1985), satuan volume air menjadi lebih berat, gravitas spesifik lebih tinggi dan sifat mengapung yang lebih besar. Kira-kira 5,3 ml O₂ dapat terlarut dalam satu liter air tawar pada temperatur 30°C, tetapi pada salinitas 32 ppt dengan volume yang sama hanya 4,4 ml O₂ yang terlarut (Santos, 1978).

Salinitas juga berpengaruh terhadap laju konsumsi oksigen pada *Penaeus*. Pada *Metapenaeus monoceros* laju konsumsi oksigen minimum jika salinitas dari habitatnya pada tingkatan optimum. Perubahan salinitas akan menimbulkan bervariasinya tekanan osmotis antara cairan tubuh dengan lingkungannya, dan menyebabkan peningkatan laju konsumsi oksigen (Imai, 1977). Crustacea air tawar dan beberapa spesies air payau menunjukkan pengaturan hiperosmotis, yaitu mempertahankan konsentrasi garam-garam darah

yang lebih tinggi dari pada medium lingkungannya, sedangkan pengaturan hipoosmotis terdapat pada Crustacea yang hidup di air laut dan danau bergaram (Waterman, 1960).

Perubahan gravitasi spesifik pada air oleh karena perubahan salinitas (Kinne, 1971) juga ditunjukkan pada ikan yaitu memberikan perubahan dalam aktivitas dan metabolismenya, sedangkan laju pertumbuhan dan efisiensi konversi makan merupakan indikator yang nyata dari adaptasi terhadap salinitas. Pada *Penaeus setiferus* terdapat korelasi positif antara salinitas dengan ukuran udang, pada area yang bersalinitas rendah didapatkan udang dengan ukuran relatif kecil, demikian pula sebaliknya (Linder dan Anderson, 1956).

CARA PENELITIAN

Bahan dan alat penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Udang *Penaeus monodon Fabricius* tingkat juwana, yang diperoleh dari tempat pembenihan udang di Tanjungpasir, Tangerang Jawa Barat. Air laut diperoleh dari Balai Penelitian Perikanan Laut di Ancol, Jakarta, yang diangkut dengan container fibreglass bervolume kurang lebih 1500 liter. Bahan kimia untuk menganalisis kualitas air. Pakan buatan didapatkan dari pasaran penjualan pakan di Jakarta dengan merk dagang *President Feed* dalam bentuk butiran kecil (pellet).

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pembenihan Udang Galah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Pasar Minggu, Jakarta Selatan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

Aquarium kaca, ukuran 77,5 x 40 x 36 cm sebanyak 20 buah. Aquarium ini dilapisi sheet hitam sekelilingnya untuk mengurangi masuknya cahaya ke dalam aquarium, karena udang bersifat nocturnal dan amat peka terhadap cahaya. Tiap aquarium diberi pipa plastik yang bagian ujungnya terdapat aerasi.

Refraktometer, untuk mengukur salinitas air. **Thermometer air** serta **spectrofotometer Hac Kit** dan **Bausch and Lomb**, untuk pengukuran temperatur dan kualitas air. **Pengggaris**, **timbangan** dengan kepekaan 0,1 dan 0,001 gram, berturut-turut untuk mengukur panjang dan berat udang serta bahan kimia. **Bak dari fibre glass** dan peralatan penolong perikanan yang diperlukan untuk kelancaran penelitian ini.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dengan mengambil langkah langkah sebagai berikut:

Aquarium kaca diisi air payau dengan salinitas yang berbeda yaitu 30 ppt (kontrol), 30 ppt, 25 ppt, 20 ppt dan 15 ppt (perlakuan). Pengaturan kadar salinitas ini dalam aquarium dengan cara mengacaukan. Masing-masing perlakuan setiap 3 minggu diturunkan kadarnya dengan interval 5 ppt. Dengan demikian, perlakuan dengan kadar awal 30 ppt, diturunkan sampai mencapai kadar

sebesar 15 ppt, sedangkan perlakuan dengan kadar awal 25 ppt, 20 ppt dan 15 ppt masing-masing diturunkan sampai mencapai kadar sebesar 10 ppt, 5 ppt, dan 0 ppt. Pada kontrol (30 ppt) tetap salinitasnya selama penelitian 12 minggu. Perlakuan dan kontrol masing-masing diulang 4 kali. Volume air setiap aquarium adalah 85,25 liter. Di dalam aquarium diberikan pelindung (*shelter*) yang terbuat dari potongan pipa pvc 1,5 inch sepanjang 5-7,5 cm, dan juga rumbai-rumbai plastik hitam yang diletakkan di dasar aquarium.

Udang *Penaeus monodon Fabricius* sebelum ditebarkan dalam aquarium diaklimasikan terlebih dulu selama 3 hari sesuai dengan salinitas awal yang akan diperlakukan.

Padat penebaran setiap aquarium adalah 10 ekor udang *Penaeus monodon Fabricius* stadia juwana dengan ukuran 1 - 1,25 gram per ekor.

Pemberian pakan buatan yang berupa butiran kecil (pellet) dengan kadar protein sekitar 35-40 persen, sebanyak 10% berat total udang per hari. Pakan diberikan 2 kali (pagi dan sore) yang ditempatkan dalam petridish. Selang waktu pemberian pakan dan pengambilan pakan kembali berkisar 8-9 jam.

Jumlah total dari pakan yang dimakan selama waktu pemeliharaan udang dapat digunakan untuk perhitungan laju harian memakan pakan dan efisiensi makan.

Pergantian air dilakukan setiap hari dengan sistem siphon, sebanyak \pm 15-20 persen dari jumlah total air dalam aquarium. Volume air dipertahankan selalu tetap agar sama dengan volume awal, yaitu dengan menambahkan persediaan air payau yang ada sesuai dengan salinitas perlakuan.

Pengamatan kelangsungan hidup dan jumlah udang *Penaeus monodon Fabricius* yang mengalami pergantian kulit (ecdysis) dilakukan setiap hari selama 12 minggu.

Laju kelangsungan hidup atau *survival rate* (%) dihitung dari

$$\frac{\text{jumlah juwana yang hidup pada akhir penelitian}}{\text{jumlah juwana pada awal penelitian}} \times 100\%$$

Pengamatan pertumbuhan dilakukan seminggu sekali selama 12 minggu. Pertumbuhan diukur dengan tolok ukur berat, panjang total, panjang baku dan panjang carapace. Berat diukur dengan menimbang udang satu per satu, demikian pula dalam pengukuran panjang.

Panjang total diukur dari ujung rostrum sampai ujung telson, sedangkan panjang baku diukur dari lengkung post orbital sampai ke ujung telson. Pengukuran dari lengkung post orbital sampai batas posterior carapac merupakan panjang carapac (Anonymous, 1978).

Pengamatan kualitas air media pemeliharaan dilakukan seminggu sekali selama 12 minggu, meliputi tolok ukur kadar ammonium tak terionisasi (NH_3), ion nitrit (NO_2), karbon dioksida (CO_2) bebas, derajat keasaman (pH).

Hasil penelitian dianalisis statistik dengan menggunakan model Rancangan acak lengkap dari 5 perlakuan dan 4 ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan. Pertumbuhan udang *Penaeus monodon Fabricius* stadia juwana dapat dicerminkan dari bertambahnya ukuran udang, baik panjang maupun berat dalam waktu tertentu (Effendie, 1979). Dalam pertumbuhan ini individu mempunyai kecepatan (laju) pertumbuhan yang berlainan, dan pada umumnya sangat berhubungan dengan frekuensi (keseringan) dalam pergantian kulit yang mengakibatkan perubahan ukuran. Penelitian pengaruh penurunan salinitas air secara bertahap dengan interval 5 ppt selama 12 minggu memberikan hasil laju pertumbuhan berat dan panjang seperti disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Laju dan pertumbuhan berat dan panjang (total, baku dan carapac) mutlak dan harian udang *Penaeus monodon Fabricius* stadium juwana pada 5 perlakuan penurunan salinitas air selama 12 minggu

P E R L A K U A N	Laju pertumbuhan berat (%)		Laju pertumbuhan panjang (%)					
			Mutlak			Harian		
	Mutlak	Harian	total	baku	carapac	total	baku	carapac
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
I	477,38	2,12	91,94	98,56	97,53	0,78	0,82	0,81
II	459,28	2,08	68,84	75,65	78,03	0,62	0,67	0,69
III	679,42	2,45	86,32	93,31	88,88	0,74	0,79	0,76
IV	275,63	1,58	65,57	68,08	86,36	0,60	0,62	0,74
V	373,68	1,87	69,92	78,59	91,74	0,63	0,69	0,78

Keterangan:

- I. Perlakuan tanpa penurunan salinitas air
- II. Perlakuan penurunan salinitas air dari 30 ke 15 ppt.
- III. Perlakuan penurunan salinitas air dari 25 ke 10 ppt.
- IV. Perlakuan penurunan salinitas air dari 20 ke 5 ppt.
- v. Perlakuan penurunan salinitas air dari 15 ke 0 ppt.

Laju pertumbuhan berat mutlak dan laju pertumbuhan berat harian dari masing-masing perlakuan penurunan salinitas air, menunjukkan perbedaan kecepatan ($p < 0,05$). Perbedaan ini dengan uji t nampak bahwa perlakuan penurunan salinitas air dari 25 ke 10 ppt berbeda laju pertumbuhan berat mutlak bila dibandingkan dengan laju pertumbuhan berat mutlak perlakuan penurunan salinitas air dari 20 ke 5 ppt dan penurunan salinitas air dari 15 ke 0 ppt. Uji t terhadap laju pertumbuhan berat harian antar perlakuan, ternyata bahwa perlakuan tanpa penurunan salinitas air, penurunan salinitas air dari 30

ke 15 ppt dan penurunan salinitas air dari 25 ke 10 ppt, memberikan perbedaan laju pertumbuhan berat harian bila dibandingkan dengan perlakuan penurunan salinitas air dari 20 ke 5 ppt, sedangkan antar perlakuan penurunan salinitas air dari 25 ke 10 ppt dengan penurunan salinitas air dari 15 ke 0 ppt berbeda pula lajunya.

Laju pertumbuhan panjang total, baku dan carapac mutlak dari masing-masing perlakuan penurunan salinitas air tidak menunjukkan perbedaan ($p > 0,05$) laju pertumbuhan, demikian pula laju pertumbuhan panjang total dan carapac hariannya. Laju pertumbuhan panjang baku harian udang uji memberikan hasil berbeda ($p < 0,05$) antar perlakuan penurunan salinitas air. Dengan uji t maka pada perlakuan tanpa penurunan salinitas air yang berbeda kecepatan pertumbuhannya dibanding penurunan salinitas air dari 20 ke 5 ppt, sedangkan penurunan salinitas air dari 25 ke 10 ppt mempunyai kecepatan pertumbuhan yang berbeda pula antar perlakuan penurunan salinitas air dari 30 ke 15 ppt, 20 ke 5 ppt dan 15 ke 0 ppt. Nampaknya, pada perlakuan penurunan salinitas air dari 25 ke 10 ppt memberikan laju pertumbuhan berat mutlak dan harian yang lebih baik diantara semua perlakuan, sedangkan laju pertumbuhan panjang terbaik pada perlakuan tanpa penurunan salinitas air.

Perbedaan laju pertumbuhan berat dan panjang total, serta panjang baku diduga adanya kemampuan adaptasi yang berbeda dari masing-masing individu dalam menanggapi perubahan lingkungannya yaitu media air yang diperlakukan dengan menurunkan salinitasnya. Keadaan lingkungan yang demikian ini, kemampuan pengaturan osmotik dan ionik fisiologis harus terjadi, untuk mempertahankan keadaan *steady state* ionik antara cairan tubuh dengan cairan lingkungannya. Aktivitas pengaturan tersebut memerlukan pengeluaran energi metabolisme (Waterman, 1960).

Pada perlakuan penurunan salinitas air dari 25 ke 10 ppt memberikan pengaruh pertumbuhan yang baik. Poernomo (1978) dan Valencia (1976) menyatakan bahwa untuk pertumbuhan udang *Penaeus monodon Fabricius* memerlukan lingkungan dengan salinitas yang agak rendah sampai 10 ppt. Dengan salinitas yang agak rendah ini dimungkinkan terjadinya pemindahan energi metabolisme bagi proses-proses pembentukan jaringan tubuh dan hanya sedikit energi yang digunakan untuk proses-proses osmoregulasi dalam usaha menjaga keseimbangan tekanan cairan dalam tubuh dengan lingkungannya.

Laju Kelangsungan Hidup. Laju kelangsungan hidup merupakan salah satu tolok ukur yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat keberhasilan usaha budidaya udang *Penaeus monodon Fabricius*. Dengan meningkatkan laju kelangsungan hidup berarti akan meningkatkan pula keberhasilan usaha tersebut.

Dalam penelitian ini, udang pada umumnya masih mampu hidup pada masing-masing perlakuan penurunan salinitas air dengan hasil seperti disajikan pada tabel 2. Nampaknya bahwa media dengan tanpa penurunan salinitasnya dan yang diperlakukan dengan penurunan salinitas dari 30 ke 15 ppt menunjukkan laju kelangsungan hidup dengan persentase yang tinggi yaitu masing-

masing 82,5 persen, sedangkan persentase terendah terdapat pada udang uji yang mendapatkan perlakuan penurunan salinitas air dari 15 ke 0 ppt.

Tabel 2. Persentase kelangsungan hidup dari udang uji *Penaeus monodon Fabricius* yang dipelihara pada 5 perlakuan penurunan salinitas air selama 12 minggu

Perlakuan	Jumlah (ekor)		Survival
	Awal	Akhir	%
Tanpa penurunan salinitas air (30 - 30 ppt)	40	33	82,5
Penurunan salinitas air dari 30 - 15 ppt	40	33	82,5
Penurunan salinitas air dari 25 - 10 ppt	40	24	60,0
Penurunan salinitas air dari 20 - 5 ppt	40	11	27,5
Penurunan salinitas air dari 15 - 0 ppt	40	8	20,0

Analisis sidik ragam menunjukkan kelangsungan hidup udang uji berbeda ($p < 0,05$; $0,01$) antar perlakuan penurunan salinitas air. Dengan uji t ternyata semua antar perlakuan penurunan salinitas air memberikan laju kelangsungan hidup yang berbeda-beda persentasenya pada udang uji, kecuali antar perlakuan tanpa penurunan salinitas air dengan perlakuan penurunan salinitas air dari 30 ke 15 ppt, dan perlakuan penurunan salinitas air dari 20 ke 5 ppt dengan penurunan salinitas air dari 15 ke 0 ppt, persentase laju kelangsungan hidup tidak berbeda. Penurunan salinitas air dari 20 ke 5 ppt dan 15 ke 0 ppt akan lebih banyak mengakibatkan stress fisiologis terhadap udang uji. Keadaan ini diduga akibat adanya kegagalan pengaturan keseimbangan air dan ionik dalam tubuh udang, disamping karena media dengan salinitas rendah hanya mengandung bahan padat terlarut dengan kadar rendah, sehingga akan mengganggu keseimbangan osmotik udang uji.

Udang uji yang masih mampu hidup dan tumbuh kemungkinan akibat kemampuan individualnya untuk mengefisiensikan sistem pengaturan ionik serta mereduksi kerja metaboliknya, agar mampu mengabsorpsi ion dari media luar memasuki tubuh, karena cairan media luar mempunyai tekanan osmotik yang lebih rendah dari pada cairan tubuh udang (hiperosmotik). Pada *Macrobrachium rosenbergii* stadium juwana, yaitu udang akan melakukan pengaturan hiperosmotik dan hiperionik dalam air tawar, tetapi pada salinitas yang sedikit tinggi hiperosmotik terhadap media, isoionik terhadap natrium dan hipoionik terhadap klorida (Castille and Lawrence, 1981a).

Kualitas Air. Beberapa kualitas air seperti oksigen terlarut, pH, CO₂, NH₃, NO₂, temperatur, dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Setiap organisme air, termasuk Crustacea, mempunyai batas toleransi terhadap perubahan kualitas air. Pengamatan terhadap perubahan kualitas air oleh karena penurunan salinitas air dilakukan seminggu sekali selama penelitian, dan menghasilkan kisaran kadar seperti dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan kualitas air media pemeliharaan udang *Penaeus monodon Fabricius* selama penelitian

Perla- kuan	D.O. (ppm)	CO ₂ (ppm)	Tempera- tur (oC)	p H	NH ₃ (ppm)	NO ₂ (ppm)
I	5,9-8,4	0-0,5	25,6-26,8	7,8-8,0	0-0,05	0,03-1,02
II	6,0-8,4	0-0,6	25,6-26,8	7,5-8,0	0-0,06	0,04-1,03
III	6,5-9,2	0-1,5	25,5-26,8	7,3-7,8	0-0,04	0,03-1,09
IV	6,4-8,8	0-1,4	25,5-26,8	7,0-7,6	0-0,05	0,02-1,02
V	5,9-8,9	0-1,6	25,5-26,8	7,0-7,6	0-0,05	0,03-0,9

Keterangan:

- I: Perlakuan tanpa penurunan salinitas air (30 ppt)
- II: Perlakuan penurunan salinitas air dari 30 ke 15 ppt
- III: Perlakuan penurunan salinitas air dari 25 ke 10 ppt
- IV: Perlakuan penurunan salinitas air dari 20 ke 5 ppt
- V: Perlakuan penurunan salinitas air dari 15 ke 0 ppt

Pada umumnya batas toleransi kadar oksigen terlarut untuk menghasilkan pertumbuhan yang baik adalah berkisar 2-3 ppm, walaupun batas yang mematikan (lethal) bagi udang berbeda-beda tergantung pada beberapa macam faktor seperti kesehatan, jenis, ukuran, tingkatan, dan faktor lingkungan lainnya (Anonymous, 1978; Poernomo, 1979). Meningkatnya kandungan oksigen terlarut dalam air disebabkan oleh karena adanya aerasi dan rendahnya partikel padat terlarut dalam air, sehingga proses difusi oksigen dari udara ke air meningkat.

Kandungan CO₂ (carbon dioksida) bebas dalam air dari hasil pengamatan selama penelitian menunjukkan kadar yang relatif rendah, sehingga dianggap tidak mempengaruhi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang uji. Batas toleransi terhadap kandungan CO₂ bebas ini dapat mencapai antara 5-10 ppm dan akan menghambat pertumbuhan pada kadar 12 ppm (Spotte, 1979).

CO₂ bebas dalam air diperoleh dari aktivitas pernafasan organisme hidup dalam air, hasil perombakan bahan-bahan organik terlarut dalam air dan melalui proses-proses difusi dari udara. Menurut Wheaton (1977) bahwa respirasi dan dekomposisi bahan-bahan organik yang terjadi merupakan sumber biologis dari CO₂ dalam sistem akuatik.

pH air selama penelitian penurunan salinitas air menunjukkan kisaran yang masih optimal bagi kehidupan udang stadia juwana, yaitu berkisar 7,5-8,0 pada awal dan 7,0-8,0 pada akhir penelitian. Bila dihubungkan dengan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang uji, ternyata bahwa pada pH air 7,0 udang terhambat laju pertumbuhannya bila dibandingkan dengan pH air optimum antara 7,5-8,5. Menurut Poernomo, (1979) bahwa udang akan mengalami penyusutan 60% pada pH air 6,4 dan lethal pada pH air 4 dan 11.

Hasil pengamatan terhadap temperatur, ternyata bahwa selama penelitian tidak terjadi fluktuasi temperatur yang besar, yaitu dengan kisaran antara 25,5-26,8°C. Hal ini diakibatkan karena temperatur ruang yang homogen dan pemberian aerasi yang merata, sehingga panas yang ditimbulkan oleh adanya gerakan air merata pula. Perubahan temperatur dapat menyebabkan perubahan derajat metabolisme, pernafasan, pergerakan, dan pergantian kulit (Spotte, 1979; Imai, 1977).

Hasil pengamatan terhadap kandungan ammonium tak terionisasi (NH₃) dan ion nitrit (NO₂) menunjukkan, bahwa penurunan salinitas air tidak mempengaruhi kondisi kandungan kedua senyawa tersebut. Kandungan NH₃ dan NO₂ tidak berbeda antar perlakuan penurunan salinitas air, juga dipandang masih dapat dipertimbangkan cukup baik bagi kehidupan normal udang uji.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, penelitian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Penurunan salinitas air mempengaruhi laju pertumbuhan berat mutlak dan laju pertumbuhan berat harian serta laju pertumbuhan panjang baku udang *Penaeus monodon Fabricius* stadium juwana. Namun, penurunan salinitas air tidak mempengaruhi pertumbuhan panjang total dan panjang carapac.
2. Laju kelangsungan hidup udang *Penaeus monodon Fabricius* sangat dipengaruhi oleh kaajegan kisaran salinitas air dan cenderung memerlukan kisaran salinitas yang relatif tinggi.
3. Penurunan salinitas air tidak mengakibatkan perubahan kualitas lingkungan, kecuali pada pH dan komposisi mikroorganisme air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1978, *Manual on pond culture of Penaeid shrimp*, ASEAN National Coordinating Agency of the Phillipines Manila.
- Cartisle, D.B. and Knowles, S.F., 1959, *Endocrine control on Crustaceans*, Cambridge at the University Press.
- Castille, F.L. and Lawrence, A.L., 1981a, The Effect of Salinity on the Osmotic, Sodium and Chloride Concentration in the Hemolymph of the Freshwater Shrimp, *Macrobrachium ohione* Smith and *Macrobrachium rosenbergii* De Man, *Comp. Biochem. Physiol.* 70 A: 47-52.

- Dall, W. and Smith, D.M., 1981, Ionic Regulation of Four Species of Penaeid Prawn, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 55: 219-232.
- Effendie, M.I., 1979, *Metode Biologi Perikanan*, Yayasan Dewi Sri Bogor. Imai, T., 1977, *Aquaculture in Shallow Seas*, Progress in shallow sea culture, Oxford & IBH Publishing Co, New Delhi.
- Joubert, L.S., 1965, *A Preliminary Report on the Penaeid Prawn of Durban Bay, Investigation Report No.11*, The Oceanographic Research Institute, Republic of South Africa.
- Kinne, O., 1971, *Marine ecology*, Wiley & Interscience, John Wiley & Sons Ltd, London.
- Lindner, M.J. and Anderson, W.W., 1956, *Growth, Migration, Spawning and Size Distribution of Shrimp Penaeus setiferus*, United States Government Printing Office, Washington. Mintardjo, K., Sunaryanto, A., Utaminingsih, Hermiyarningsih, 1985, Persyaratan tanah dan air, dalam: *Pedoman Budidaya Tambak*, Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian Jakarta.
- Poernomo, A., 1979, Budidaya udang di tambak, dalam: A. Soegiarto, V. Toro dan K.A. Soegiarto (eds.), *Biologi, Potensi, Produksi dan Penelitian Potensi Sumberdaya di Indonesia*, Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Ekonomi, p.77-170, LON-LIPI, Jakarta.
- Rodriguez, A., 1981, Growth and sexual maturation of *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) and *Palaemon serratus* (Pennant) in salt pond. *Aquaculture*, 24: 257-266.
- Santos, C.D.L., 1978, *Modern aquaculture for the Phillipines*, Fishery Industry Development Council, Manila.
- Soegiarto, A., Soegiarto, K.A. dan Toro, V., 1979, Produksi Udang, dalam: A. Soegiarto, V. Toro dan K.A. Soegiarto (eds.), *Biologi, Potensi, Produksi dan Udang sebagai bahan makanan di Indonesia*, Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Ekonomi, p.179, LON-LIPI, Jakarta.
- Spotte, S., 1979, *Fish and invertebrate culture. Water management in close system, second edition*, A Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.
- Toro, V. dan Soegiarto, K.A., 1979, Sistematik, morfologi, daur hidup, habitat dan makanan, dalam: A. Soegiarto, V. Toro dan K.A. Soegiarto (eds.), *Biologi, Potensi Produksi dan Udang sebagai bahan makanan di Indonesia*, Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Ekonomi, p.1-45, LON-LIPI, Jakarta.
- Valencia, M.C., 1976, The effect of salinity and temperature on the growth and survival of Penaeid postlarva, *The Phillipines Journal of Fisheries*, 14(1): 1-22.
- Waterman, T.H., 1960, *The Physiology of Crustacea*, Academic Press New York and London.
- Wheaton, F.W., 1977, *Aquaculture engineering*, John Wiley & Sons New York.