

C/BDP
2001
0103

**PENGARUH TINGKAT KETINGGIAN AIR MEDIA BUDIDAYA
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP
UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fabricius)**

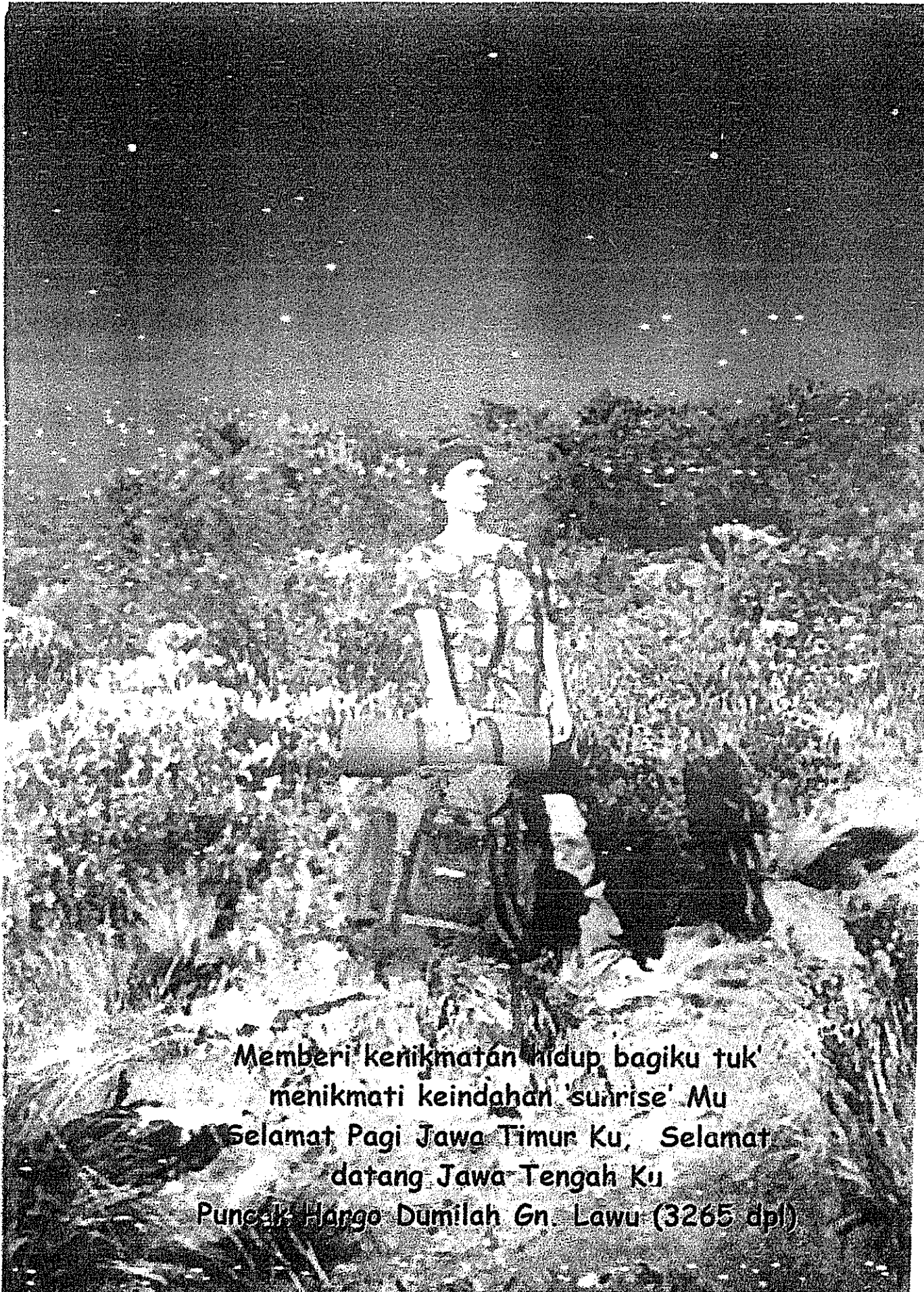
Oleh :
Ratno Timur
C01496064

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



**PROGRAM STUDI
BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2001**



Memberi kenikmatan hidup bagiku tuk'
menikmati keindahan 'sunrise' Mu
Selamat Pagi Jawa Timur Ku, Selamat
datang Jawa Tengah Ku
Puncak Hargo Dumilah Gn. Lawu (3265 dpl)

RINGKASAN

RATNO TIMUR. Pengaruh Tingkat Ketinggian Air Media Budidaya Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius). (Dibawah bimbingan **Dr.Ir.D.Djokosetiyanto** sebagai Pembimbing I dan **Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc** sebagai Pembimbing II).

Keberhasilan kegiatan budidaya udang windu salah satunya dipengaruhi oleh tingkat pengelolaan kualitas media budidaya untuk menciptakan suatu kondisi yang layak dan sesuai bagi kehidupan udang. Upaya untuk menciptakan kondisi tersebut dapat dilakukan dengan pengaturan air dalam wadah budidaya yang meliputi pengaturan ketinggian air dan pergantian air.

Salah satu ciri/karakteristik kegiatan akuakultur di masa mendatang memiliki teknologi budidaya yang dapat menghemat lahan dan air. Ketinggian air akan mempengaruhi volume media budidaya dan volume air yang digunakan untuk pergantian air. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi air dalam wadah budidaya dengan luas yang sama, maka akan semakin besar volume air yang diperlukan sebagai media budidaya dan akan semakin besar pula volume air yang digunakan untuk pergantian air bila dibandingkan dengan ketinggian air yang lebih rendah. Apabila hal tersebut dapat diatasi, maka diharapkan adanya efisiensi penggunaan air dalam pergantian air.

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei sampai dengan bulan Agustus 2000 bertempat di rumah kaca Laboratorium Kesehatan Ikan dan Laboratorium Lingkungan Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan ada atau tidaknya pengaruh tingkat ketinggian air media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu stadia PL25 sampai dengan PL60.

Dalam penelitian ini digunakan udang uji PL18 yang kemudian diadaptasikan pada kondisi lingkungan pemeliharaan hingga PL25 dengan padat penebaran 100 ekor/m². Wadah yang digunakan adalah akuarium kaca dengan media air laut salinitas 25 ppt dan substrat pasir setebal ± 1,5 cm serta diaerasi secara terus-menerus. Selama penelitian udang diberi pakan udang Manggalindo P.0 dan P.1 dengan tingkat pemberian pakan sebesar 100% dari bobot biomassa per hari dan frekuensi pemberian pakan diberikan sebanyak 3 kali, yaitu pukul 07.00, 12.00 dan pukul 16.00. Pergantian air dilakukan setiap 7 hari sebesar 25% dari tinggi air media.

Dalam penelitian ini diberikan empat macam perlakuan, yaitu tingkat ketinggian air media 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm. Setiap perlakuan mendapat tiga ulangan dan rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Parameter yang diamati meliputi laju pertumbuhan harian individu dan kelangsungan hidup udang windu serta kualitas air media budidaya sebagai parameter penunjang.

Hasil yang diperoleh selama penelitian menunjukkan bahwa tingkat ketinggian air media budidaya tidak memberikan perbedaan nyata terhadap laju pertumbuhan harian individu dan kelangsungan hidup udang windu antara perlakuan pada taraf kepercayaan 95%. Laju pertumbuhan harian individu udang yang diperoleh pada tingkat ketinggian air media 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm masing-masing sebesar 10,287%, 10,053%, 10,761% dan 10,560%, sedangkan kelangsungan hidup udang yang diperoleh masing-masing sebesar 76,667%, 81,667%, 88,333% dan 85,000%.

Hasil penelitian membuktikan bahwa perlakuan tingkat ketinggian air media budidaya tidak mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu stadia PL25 sampai dengan stadia PL60.

SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengaruh Tingkat Ketinggian Air Media Budidaya Terhadap
Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu (*Penaeus
monodon* Fabricius)

Nama Mahasiswa : Ratno Timur

Nomor Pokok : C01496064

Program Studi : Budidaya Perairan

Disetujui :

I. KOMISI PEMBIMBING



Dr. Ir. D. Djokosetiyanto
Pembimbing I

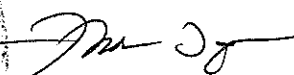
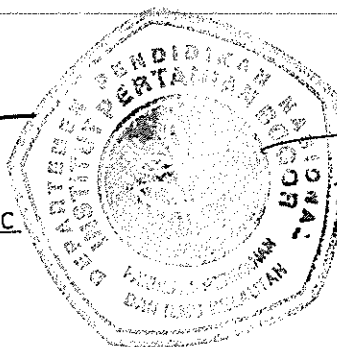


Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc
Pembimbing II

II. FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN



Dr. Ir. Odang Carman, M.Sc
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc
Pembantu Dekan I

Tanggal Lulus : **1 Maret 2001**

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 29 Oktober 1977 yang merupakan anak keempat dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Soe'eb dan Ibu Sutarti.

Pendidikan formal penulis dimulai dari pendidikan SD Hanjuang pada tahun 1984-1990, SMPN 177 pada tahun 1990-1993, dan SMAN 86 pada tahun 1993-1996. Pada tahun 1996, penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur UMPTN dan memilih jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Selama di IPB penulis mengikuti kegiatan antara lain; pelatihan Manajemen Tambak Udang dan Hatchery yang diselenggarakan Himakua, sebagai fungsionaris Badan Perwakilan Mahasiswa FPIK-IPB periode 1997-1998, mengikuti Konferensi Nasional I Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia yang diselenggarakan PKSPL-IPB, sebagai Kepala Departemen Penelitian dan Pengembangan Himpunan Mahasiswa Akuakultur FPIK-IPB dan asisten m.a. Biologi Laut pada periode 1998-1999. Untuk menyelesaikan tugas akhir, penulis melakukan penelitian dengan judul **Pengaruh Tingkat Ketinggian Air Media Budidaya Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius)** dibawah bimbingan **Dr.Ir.D.Djokosetiyanto dan Dr.Ir.Kukuh Nirmala,M.Sc.**

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahimi. Puji dan syukur kupanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Pengaruh Tingkat Ketinggian Air Media Budidaya Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius). Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.

Pada kesempatan ini dengan tulus, penulis menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Dr.Ir.D.Djokosetiyanto dan Bapak Dr.Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc sebagai dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan dan bantuan baik moril maupun materiil yang tidak terkira pada penulis.
- Bapak Ir. Tatag Budiardi, M.Si selaku dosen penguji tamu yang telah memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan tulisan ini.
- Guru-guruku tercinta Dr.Ir.Kusman Sumawidjaja, M.Sc, Dr. Chairul Muluk, M.Sc, (Alm.) Ir.Supomo T.H.Wardoyo, M.Ag, Dr.Ir. Eddy Supriyono, M.Sc, Ir.Umar Hasan Saputra, M.Si atas ilmu, pengetahuan dan pengalaman yang diberikan.
- Bapak dan Ibu yang telah memberikan limpahan kasih sayang, doa, bimbingan, arahan dan dukungan, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dan studi di IPB.
- Saudara-saudaraku (Mas Djoko, Mba' Anti, Mas Dwi, Mba' Mini, Mba' Tuti dan Sigit) atas doa, bantuan dan dukungan baik moril maupun materiil yang diberikan dan keponakanku tersayang Dimas Prasetyo Ajie.

- Subaryadi dan keluarga, atas persahabatan yang terjalin selama ini dan semoga akan tetap terjalin selamanya.
- Nani dan keluarga, atas persahabatan yang terjalin selama ini dan semoga akan tetap terjalin selamanya.
- Temen-temen di GIRMA (Sope', Kiky, Trisna, Saneer, Fajar, Yudhi (Botrip)) atas persahabatan kita selama berjuang di IPB.
- Pak Jajang, Pak Ranta, Pak Wasjan dan Kang Ade yang telah membantu di laboratorium selama penulis melaksanakan penelitian.
- Rekan-rekan seataap di Lab. Lingkungan (Kamerad Lilik, Kamerad Dodi (Teman seperjuangan), Daniel, Irwan, Tio, Yovi, Vide, Dede Gantini, Sutrisno, Amil) yang telah membantu dan memberikan dukungan.
- Sahabatku (Khalif, Awo, Ahmed, Lisa, Evi, Rossy, Era, Dora, Ratnah, Cie, Asti, Yurnita, Ema) dan rekan-rekan di BDP '33 atas persahabatan dan waktu kebersamaannya.
- Tete Desy atas kebaikan untuk copy-an dan pinjaman bukunya.
- Vinnie, Wiwie, Ika, Boyun, Iwink dan temen-temen BDP-ers '35 (*Sorry*, gue lupa namanya) yang udah ngasih kenangan Tambak '2000 di Jepara.
- Semua yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya semoga amal dan budi baik kita semua mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis berharap mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi yang memerlukannya dan penulis menyampaikan terima kasih atas segala kritik dan saran yang bersifat membangun terhadap skripsi ini.

Darmaga, Maret 2001

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	4
2.2 Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup	4
2.3 Ketinggian Air Media Budidaya	5
2.4 Kualitas Air Media Budidaya	8
2.4.1 Suhu.....	8
2.4.2 Salinitas.....	9
2.4.3 Nilai pH.....	10
2.4.4 Kandungan Oksigen Terlarut	11
2.4.5 Nitrit (NO ₂ -N)	11
2.4.6 Amoniak (NH ₃ -N)	12
III. METODOLOGI	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Bahan Penelitian	14
3.2.1 Udang Uji	14
3.2.2 Wadah Pemeliharaan	14
3.2.3 Air Laut	14
3.2.4 Substrat.....	15
3.2.5 Pakan	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	15
3.3.2 Perlakuan	16
3.3.3 Adaptasi Udang Uji	16

3.3.4	Penebaran Udang Uji	16
3.3.5	Pemberian Pakan	16
3.3.6	Pergantian air	17
3.4	Pengamatan Parameter	17
3.4.1	Laju Pertumbuhan Harian Individu Udang Uji	17
3.4.2	Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Uji	17
3.4.3	Kualitas Air Media Budidaya	18
3.5	Analisis Data	18
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	Pertumbuhan	19
4.2	Kelangsungan Hidup	23
4.3	Kualitas Air Media Budidaya	27
4.3.1	Suhu.....	27
4.3.2	Salinitas	28
4.3.3	Nilai pH	30
4.3.4	Kandungan Oksigen Terlarut.....	30
4.3.5	Nitrit (NO ₂ -N)	31
4.3.6	Amoniak (NH ₃ -N)	32
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
	DAFTAR PUSTAKA	34
	LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Parameter Fisika dan Kimia Air Media Budidaya.....	18
2.	Laju Pertumbuhan Harian Individu (%) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Ulangan Pada Setiap Perlakuan Selama Masa Pemeliharaan	20
3.	Kelangsungan Hidup (%) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Ulangan Pada Setiap Perlakuan Selama Masa Pemeliharaan.....	24
4.	Kualitas Air Media Budidaya Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Masa Pemeliharaan	27

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Bobot Rata-rata Individu (mg) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan	19
2.	Laju Pertumbuhan Harian Individu (%) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan.....	20
3.	Kelangsungan Hidup (%) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan	24

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Bobot Biomassa (mg) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan	38
2.	Bobot Rata-rata (mg) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan	39
3.	Laju Pertumbuhan Harian Individu (%) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan	40
4.	Jumlah Individu Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan	41
5.	Kelangsungan Hidup (%) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan	42
6.	Uji Homogenitas Ragam Terhadap Laju Pertumbuhan Harian Individu Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	43
7.	Analisis Ragam Laju Pertumbuhan Harian Individu Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	43
8.	Uji Homogenitas Ragam Terhadap Kelangsungan Hidup Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	44
9.	Analisis Ragam Kelangsungan Hidup Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	44
10.	Parameter Kualitas Air Media Budidaya Nilai pH Selama Masa Pemeliharaan.....	45
11.	Parameter Kualitas Air Media Budidaya Kandungan Oksigen Terlarut (mg/l O ₂) Selama Masa Pemeliharaan	46
12.	Parameter Kualitas Air Media Budidaya Nitrit (mg/l NO ₂ -N) Selama Masa Pemeliharaan	47
13.	Parameter Kualitas Air Media Budidaya Amoniak Total (mg/l NH ₃ -N) Selama Masa Pemeliharaan	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) merupakan salah satu kegiatan agribisnis akuakultur dengan potensi pengembangan yang sangat besar dan masih memiliki prospek yang cukup baik di masa mendatang. Hal ini terbukti dengan diandalkannya budidaya udang untuk menghasilkan devisa negara hingga US\$ 7,00 miliar atau 90% dari total yang harus dicapai US\$ 8,00 miliar pada Program Pengembangan Budidaya Udang Nasional Seluas 250.000 Ha (Dirjen Perikanan, 1997).

Udang windu merupakan komoditas hasil perikanan yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Angka permintaan pasar baik lokal maupun ekspor terhadap bahan baku makanan yang memiliki aroma dan tekstur daging yang khas serta nilai gizi yang tinggi ini mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini telah mendorong dikembangkannya kegiatan budidaya udang windu secara ekstensif dan intensif dengan penggunaan air yang minimal.

Keberhasilan kegiatan budidaya udang windu salah satunya dipengaruhi oleh tingkat pengelolaan air media budidaya untuk menciptakan suatu kondisi yang layak dan sesuai bagi kehidupan udang. Upaya pengelolaan air media budidaya tersebut dapat dilakukan dengan pengaturan dalam wadah budidaya, meliputi pengaturan ketinggian air dan pergantian air.

Kualitas air pada wadah pemeliharaan larva udang harus dipertahankan dalam kondisi yang baik. Cara untuk memperoleh kondisi yang baik tersebut adalah dengan meningkatkan tinggi air dalam wadah pemeliharaan. Pada kegiatan pemeliharaan larva udang, ketinggian awal air dalam wadah pemeliharaan dipertahankan 80 cm. Kemudian setiap harinya tinggi air ditingkatkan (ketika larva

sudah mencapai stadia mysis) dengan air laut baru, sehingga pada saat larva mencapai stadia PL5 tinggi air mencapai 200 cm (Shigueno,1975; Ikenoue dan Kafuku, 1992). Pada kegiatan pengipukan udang, ketinggian air pada kolam ipukan minimal 50 cm dan lebih baik bila ketinggian air mencapai 70-100 cm (Manik dan Mintardjo,1983). Menurut Pillay (1990), pada kegiatan pendederan udang dengan luas kolam 500-2000 m² dan padat penebaran 100-150 larva stadia PL9-PL10 per m², ketinggian air rata-rata berkisar antara 40-70 cm.

Untuk menciptakan kondisi kualitas media budidaya agar tetap baik perlu adanya pergantian air. Pergantian air berperan dalam upaya memperbaiki atau mempertahankan kualitas air media. Disamping itu, pergantian air juga berperan dalam memperbaiki ketersediaan oksigen, melarutkan bahan-bahan beracun dalam air dan meningkatkan kelarutan bahan organik. Pada kegiatan budidaya udang, pergantian air rata-rata adalah 10% per hari dengan kepadatan kurang dari 8-10 ekor udang per m² (Boyd,1989; Boyd dan Fast,1992).

Salah satu ciri/karakteristik kegiatan akuakultur di masa mendatang memiliki teknologi budidaya yang dapat menghemat lahan dan air. Ketinggian air akan mempengaruhi total volume air yang digunakan sebagai media budidaya dan pergantian air. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi air dalam wadah budidaya dengan luas yang sama, maka akan semakin besar volume air yang diperlukan sebagai media budidaya dan akan semakin besar pula volume air yang digunakan untuk pergantian air bila dibandingkan dengan ketinggian air yang lebih rendah. Apabila hal tersebut dapat diatasi, maka diharapkan adanya efisiensi penggunaan air dalam pergantian air. Dengan demikian, perlu adanya penelitian untuk membuktikan ada atau tidaknya pengaruh tingkat ketinggian air media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan ada atau tidaknya pengaruh tingkat ketinggian air media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) stadia PL25 sampai dengan stadia PL60. Hal ini dapat berguna dalam manajemen pergantian air media budidaya pada kegiatan pentokolan udang windu, sehingga penggunaan air dapat efisien.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Dalam perkembangannya udang mengalami perubahan bentuk dari stadia awal yaitu telur, kemudian menetas menjadi nauplius dan seterusnya berkembang menjadi zoea, mysis, post larva, juvenile dan pada akhirnya menjadi udang dewasa. Pada stadia nauplius, zoea, mysis dan post larva awal masih bersifat planktonik artinya gerakannya lambat, melayang di air dan selalu terbawa arus air. Setelah mencapai stadia PL10 berubah sifatnya menjadi cenderung mendasar (benthic) atau suka menempel pada benda yang berada di air (Hamid, 1981a). Selanjutnya dikatakan bahwa udang pada umumnya mempunyai sifat kanibalisme termasuk benur udang windu. Kegiatan memakan sesamanya ini terjadi apabila seekor atau lebih benur berganti kulit. Keadaan ini semakin meningkat apabila lingkungannya semakin buruk, misalnya suhu air meningkat. Benur yang ditempatkan dalam keadaan berjejal juga dapat menimbulkan makin meningkatnya kanibalisme. Sifat kanibalis ini selalu terjadi meskipun diberikan makanan yang cukup.

2.2 Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup

Pertumbuhan didefinisikan sebagai penambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu (Effendie, 1979). Pada crustacea, pertumbuhan merupakan proses yang terjadi secara bertahap dimana penambahan ukuran panjang dan berat diiringi oleh adanya pergantian kulit (Chittleborough, 1975). Menurut Hartnoll (1982) dalam Lester dan Pante (1992), pertumbuhan pada crustacea dapat dilihat dari penambahan ukuran yang terutama terjadi oleh adanya tahap pergantian kulit atau pada penambahan bobot yang dihasilkan dari penambahan massa jaringan.

Pertumbuhan individu terjadi bila ada kelebihan energi dan asam amino yang berasal dari makanan setelah digunakan oleh tubuh untuk metabolisme dasar,

pergerakan, perawatan bagian tubuh atau mengganti sel-sel rusak (Effendie,1979). Schaperclaus *dalam* Huet (1971) mengemukakan bahwa pertumbuhan hanya akan terjadi jika energi makanan yang dimakan ikan lebih banyak daripada energi yang diperlukan untuk mempertahankan berat tubuhnya (*maintenance*).

Menurut Huet (1971), pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal antara lain keturunan, umur, kecepatan pertumbuhan relatif, kemampuan memanfaatkan pakan dan ketahanan terhadap serangan penyakit, sedangkan faktor eksternal antara lain suhu, salinitas, kandungan zat-zat terlarut dalam perairan, jumlah dan komposisi serta kelengkapan asam-asam amino yang terdapat dalam pakan dan ruang gerak ikan.

Kelangsungan hidup suatu ikan adalah jumlah atau persentase ikan tersebut yang hidup dari jumlah seluruh ikan yang semula ditebarkan kedalam kolam (Nurhidayat,1982). Emmerson dan Andrews (1981) mengemukakan bahwa padat penebaran merupakan parameter yang mempengaruhi laju pertumbuhan. Selanjutnya dikatakan bahwa pertumbuhan dan kelangsungan hidup menurun secara linear dengan meningkatnya kepadatan.

Kelangsungan hidup yang rendah disebabkan oleh tingginya tingkat mortalitas. Mortalitas ikan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kondisi abiotik, ketuaan, predator, parasit, penangkapan, dan kurangnya makanan (Nikolsky,1963). Stickney (1979) mengatakan bahwa mortalitas ikan dalam kegiatan budidaya lebih disebabkan oleh adanya serangan parasit dan penyakit terhadap ikan yang dipelihara.

2.3 Ketinggian Air Media Budidaya

Ikenoue dan Kafuku (1992) mengemukakan bahwa kualitas air pada wadah pemeliharaan larva udang harus dipertahankan dalam kondisi yang baik. Cara untuk memperoleh kondisi yang baik tersebut adalah dengan meningkatkan tinggi air

dalam wadah pemeliharaan. Ketinggian awal air dalam wadah pemeliharaan larva udang dipertahankan 80-100 cm. Kemudian setiap harinya tinggi air ditingkatkan (ketika larva sudah mencapai stadia mysis) dengan air laut baru, sehingga pada saat larva mencapai stadia PL5 tinggi air mencapai 200 cm.

Platon (1978) *dalam* Ondang (1989) mengemukakan sistem pemeliharaan larva udang windu sebagai berikut :

Setelah telur menetas menjadi nauplius, larva tetap dipelihara dalam bak penetasan telur hingga mencapai substadia nauplius 4. Kemudian larva dipindahkan kedalam bak berbentuk konikel yang berkapasitas 2.000 liter. Saat awal, bak ini diisi air laut 1.000 liter. Nauplius 4 dipelihara dengan kepadatan 50.000 sampai 100.000 ekor per 1.000 liter. Volume air bak pemeliharaan secara bertahap ditingkatkan dengan menambahkan air laut baru sebanyak 200 liter setiap hari. Setelah larva menjadi mysis, 1/3 sampai 1/2 bagian dari volume air pemeliharaan diganti setiap hari. Larva dipanen setelah mencapai stadia PL5, kemudian dipindahkan dan dipelihara dalam bak pendederan.

Pada pemeliharaan benur udang windu PL15 selama 15 hari di kolam berukuran 4,0 x 4,0 x 0,6 m³ dengan kepadatan benur 2000 sampai 3000 ekor/m², diperoleh tingkat kematian antara 5 sampai 40 persen (Poernomo, 1979). Aries (*dalam* Holatila, 1989) memperoleh tingkat kelangsungan hidup sebesar 90 % pada pemeliharaan udang windu dengan kepadatan 3000 ekor/m² yang dipelihara mulai dari PL8 sampai PL20 dengan ketinggian air sebesar 80 cm. Namun, ketika padat penebaran ditingkatkan menjadi 7000 ekor/m², tingkat kelangsungan hidup yang diperoleh hanya 30 %.

Menurut Ondang (1989), penambahan air sejumlah tertentu, pada kondisi kepadatan tertentu dapat memberikan pengaruh yang baik bagi lingkungan hidup larva udang windu, sehingga dapat menunjang kehidupannya. Dari perlakuan yang

diberikan dalam penelitiannya, yaitu penambahan air sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% diperoleh nilai kelangsungan hidup udang windu masing-masing 38,77%, 59,65%, 75,46% dan 89,55%. Dari penelitiannya diperoleh pula kandungan amoniak yang rendah pada tingkat penambahan air yang lebih besar.

Brown (1957) mengatakan bahwa faktor ruangan dapat mempengaruhi total volume air dan kepadatan ikan (volume per ikan), sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan tersebut. Selanjutnya dikatakan bahwa beberapa ikan yang dipelihara dalam wadah yang sama, jika total ruang yang tersedia relatif kecil, maka ikan akan mengganggu satu sama lain saat makan dan selama aktivitas normalnya.

Hoar *et al.* (1979) mengemukakan bahwa hubungan timbal-balik antara setiap individu ikan dengan ikan lainnya dipengaruhi oleh jumlah, ruang, ukuran dan spesies. Hubungan ini berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan, dan besarnya interaksi yang terjadi antara setiap individu ikan mempengaruhi kemampuan ikan untuk memperoleh makanan. Selanjutnya dikatakan bahwa awal dari hasil persaingan ruang dan pakan, ikan mengembangkan pola tingkah laku yang bermacam-macam, meliputi pertahanan dan dominansi. Dari beberapa penelitian yang telah ada, seringkali sulit untuk membedakan pengaruh yang terpisah dari jumlah, ruang dan pakan.

Lane-Petter (1964) dalam Sumantri (1987) mengatakan bahwa setiap lingkungan akan terdapat kemampuan minimum dalam mendukung populasi hewan atau batas ukuran populasi terkecil yang setiap individu anggota populasi itu dapat didukung kelangsungan hidupnya. Penambahan ukuran populasi lebih besar dari kemampuan minimum lingkungan ini, akan menghasilkan kelangsungan hidup yang lebih tinggi sampai tercapainya kemampuan maksimum lingkungan dalam mendukung suatu populasi. Pada keadaan yang ekstrim atau ukuran populasi yang sangat besar hingga terdistribusi melampaui batas kemampuan maksimum

lingkungan, maka hanya sedikit saja anggota populasi yang akan berhasil mempertahankan hidupnya, bahkan lebih kecil lagi sampai tercapainya kematian total.

2.4 Kualitas Air Media Budidaya

Kondisi lingkungan media budidaya yang memenuhi persyaratan baik fisik, kimia maupun biologis sangat mendukung keberhasilan kegiatan budidaya udang. Agar udang windu yang dibudidayakan dapat hidup dan tumbuh dengan baik, maka kondisi lingkungan media budidaya harus berada pada kisaran yang optimal. Sikong (1982) mengatakan bahwa suhu, salinitas, pH, kandungan oksigen terlarut, nitrit dan amoniak merupakan parameter bersifat fisika dan kimia yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang windu.

2.4.1 Suhu

Dalam kegiatan budidaya udang, suhu merupakan salah satu faktor pembatas yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang. Suhu air mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di dalam perairan maupun reaksi biokimia dalam tubuh udang (Wardoyo,1997).

Ikan dan crustacea adalah organisme yang bersifat poikilothermal atau berdarah dingin, sehingga suhu tubuhnya selalu mengikuti kondisi suhu air di sekitarnya. Suhu air mengalami perubahan secara harian maupun musiman, sehingga suhu tubuh ikan dan crustacea akan berubah dari waktu ke waktu (Boyd, 1990). Selanjutnya dikatakan bahwa proses biokimia berhubungan dengan suhu, sesuai dengan "Hukum Van Hoffs" dimana setiap peningkatan suhu 10°C reaksi biokimia akan berlangsung dua kali lipat. Hubungan antara suhu dengan reaksi biokimia, konsumsi oksigen adalah sebagai berikut :

Konsumsi oksigen akan meningkat sejalan dengan meningkatnya suhu, sesuai dengan Hukum Hoffs hingga mencapai nilai maksimum, tingkat konsumsi oksigen

mencapai tingkat yang paling tinggi pada kisaran suhu yang sempit, konsumsi oksigen cenderung menurun sejalan dengan terus meningkatnya suhu dan pada akhirnya tercapai suhu yang menyebabkan kematian.

Udang windu adalah spesies udang yang bersifat eurythermal, yaitu mampu mentoleransi kisaran suhu yang lebar. Udang windu mempunyai kisaran suhu optimal antara 26-31°C. Suhu di atas 32°C akan menyebabkan stres terhadap udang dan di atas 35°C akan menyebabkan kematian (Manik dan Mintardjo,1983), sedangkan Puzon dan Villalonga (1991) mengatakan bahwa kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan udang windu adalah 28-33°C.

Pada umumnya, spesies udang yang dibudidayakan di tambak tumbuh baik pada kisaran suhu 25-30°C (Boyd dan Fast,1992). Selanjutnya dikatakan bahwa beberapa spesies akan tumbuh pada suhu kurang dari 20°C, tetapi pada suhu 35°C atau lebih dapat menyebabkan kematian. Menurut Pillay (1990), udang windu tidak dapat mentoleransi suhu di bawah 12°C dan batas toleransi ambang atas berkisar 37,5°C.

2.4.2 Salinitas

Salinitas dapat berpengaruh terhadap metabolisme dan aktivitas ikan melalui perubahan yang terjadi pada osmo-konsentrasi total (konsentrasi garam-garam yang mempengaruhi tekanan osmotik), perbandingan relatif larutan, koefisien penyerapan dan kejenuhan gas-gas terlarut serta densitas dan viskositas (Kinne,1964). Untuk memelihara keseimbangan cairan tubuhnya setiap waktu, maka ikan harus mengatur tekanan osmotiknya. Pengaturan tekanan osmotik yang merupakan fungsi fisiologis itu memerlukan energi. Ikan yang dipelihara pada salinitas yang mendekati konsentrasi ion dalam darahnya, energinya akan lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan dan lebih sedikit untuk proses metabolisme. Apabila salinitas tidak sesuai dengan kondisi cairan tubuh ikan, maka energi dari pakan yang semula untuk

pertumbuhan akan digunakan terlebih dahulu untuk proses pengaturan tubuh (metabolisme dasar), sehingga proses pertumbuhan terhambat (Stickney, 1979).

Udang windu adalah spesies udang yang bersifat euryhaline, yaitu mampu mentoleransi kisaran salinitas yang lebar (Pillay,1990). Udang windu dapat hidup dan tumbuh dengan baik pada salinitas yang rendah (Musig dan Ruttanagosrigit,1982; Boyd,1987b *dalam* Boyd,1990). Beberapa spesies yang dibudidayakan dapat hidup pada kisaran salinitas 5-10 ppt atau lebih rendah pada waktu yang lama. Salinitas di atas 45-60 ppt dapat menyebabkan kematian. Udang dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 15-30 ppt (Boyd dan Fast,1992).

Menurut Boyd (1990), kisaran salinitas yang ideal bagi udang windu adalah 15-25 ppt. Kisaran salinitas optimal untuk pembesaran udang windu adalah 5-25 ppt (Manik dan Mintardjo,1983), sedangkan Pillay (1990) menyatakan bahwa kisaran salinitas optimum bagi pertumbuhan udang windu adalah 10-25 ppt.

2.4.3 Nilai pH

Nilai pH didefinisikan sebagai negatif logaritma konsentrasi ion hidrogen.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Swingle (1961) *dalam* Boyd (1990) mengemukakan bahwa kisaran nilai pH di bawah 4,0 dan di atas 11,0 dapat menyebabkan kematian pada ikan, kisaran nilai pH antara 4,0-6,5 akan menyebabkan ikan tidak bereproduksi dan pertumbuhannya menjadi lambat, dan kisaran nilai pH antara 6,5-9,0 merupakan kisaran yang baik bagi reproduksi dan pertumbuhan ikan.

Menurut Boyd dan Fast (1992), kisaran nilai pH yang baik bagi udang adalah 7,0-9,0, sedangkan nilai pH di bawah 4 dan di atas 10 dapat menyebabkan kematian. Chien (1992) mengemukakan bahwa nilai pH dengan kisaran antara 7,5-8,5 sangat baik untuk kegiatan budidaya udang windu.

2.4.4 Kandungan Oksigen Terlarut

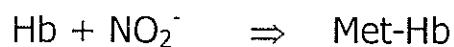
Dalam kegiatan budidaya, kandungan oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air yang sangat penting. Oksigen terlarut dalam air berasal dari proses fotosintesis oleh fitoplankton, proses difusi dari udara ke dalam air, dan pergantian air (Boyd, 1990). Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu air, salinitas, tekanan parsial gas-gas yang terdapat di dalam air dan udara, dan kandungan senyawa-senyawa yang mudah teroksidasi (Boyd dan Lichkoppler, 1979). Selanjutnya dikatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut dalam air dapat menurun karena digunakan untuk respirasi organisme, proses dekomposisi bahan organik, dan difusi dari air ke udara.

Swingle (1969) *dalam* Boyd (1990) mengemukakan bahwa kandungan oksigen terlarut di bawah 1,0 mg/l dapat menyebabkan kematian pada ikan jika dibiarkan dalam waktu yang lama dan hanya beberapa spesies ikan saja yang hidup dalam waktu singkat, oksigen terlarut 1,0-5,0 mg/l menyebabkan ikan dapat hidup, tetapi pertumbuhannya lambat, dan oksigen terlarut 5,0 mg/l sampai saturasi merupakan kisaran yang baik bagi pertumbuhan ikan.

Boyd dan Fast (1992) mengatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang baik bagi kehidupan dan pertumbuhan udang antara 3,5 mg/l sampai dengan saturasi. Sedangkan Liao dan Huang (1975) *dalam* Chien (1992) menyarankan konsentrasi oksigen terlarut untuk budidaya udang sebaiknya lebih dari 4,0 mg/l.

2.4.5 Nitrit (NO₂-N)

Nitrit merupakan produk hasil proses nitrifikasi dan reduksi nitrat (Tusneem dan Patrick, 1968 *dalam* Chien, 1992). Nitrit akan bereaksi dengan hemoglobin ketika nitrit diabsorpsi oleh ikan membentuk methemoglobin :



Dalam reaksi ini, besi dalam heme pada hemoglobin dioksidasi dari bentuk ferro menjadi ferri. Bentuk yang dihasilkan berupa methemoglobin tidak memiliki kemampuan untuk mengikat oksigen. Daya racun nitrit dihasilkan dalam proses reduksi hemoglobin atau dalam fungsi darah. Keracunan nitrit sering disebut methemoglobinemia. Darah yang mengandung methemoglobin dalam jumlah yang banyak akan berwarna coklat, sehingga pada umumnya keracunan nitrit disebut *brown blood diseases*. Crustacea mengandung hemocyanin yang bersenyawa dengan kurium (tembaga) dalam heme sebagai pengganti besi. Reaksi nitrit dengan hemocyanin masih kurang dipahami, tetapi nitrit dapat beracun bagi crustacea (Boyd,1990).

Kandungan nitrit yang tinggi dapat berbahaya bagi kehidupan dan pertumbuhan udang windu. Nilai nitrit yang aman bagi juvenil udang windu sebesar 3,8 mg/l (Chen dan Lei, 1990). Sedangkan nitrit yang aman bagi pertumbuhan udang windu adalah 1,28 mg/l (Law,1988 *dalam* Chien,1992).

Chen dan Chin (1988b) *dalam* Boyd (1990) menyarankan konsentrasi nitrit dalam tambak pembesaran udang windu tidak lebih dari 4,5 mg/l. Sedangkan menurut Boyd dan Fast (1992), konsentrasi nitrit di atas 4 atau 5 mg/l dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan udang.

2.4.6 Amoniak (NH₃-N)

Amoniak di perairan merupakan produk hasil metabolisme hewan air dan juga berasal dari proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri (Boyd,1989). Dalam air, amoniak nitrogen memiliki dua bentuk, yaitu amoniak yang tidak terionisasi (NH₃) dan ammonium (NH₄⁺). Amoniak yang berbahaya bagi kehidupan dan pertumbuhan hewan air adalah amoniak dalam bentuk tidak terionisasi (NH₃) (Boyd,1989).

Menurut Colt dan Armstrong (1979) *dalam* Boyd (1982), ketika kandungan amoniak dalam air meningkat, ekskresi amoniak oleh ikan menurun dan kandungan amoniak dalam darah dan jaringan meningkat. Hal ini menyebabkan pH darah tinggi dan berakibat negatif terhadap reaksi enzim-katalis dan stabilitas membran. Konsentrasi amoniak yang tinggi dalam air akan mempengaruhi permeabilitas ikan terhadap air dan mengurangi konsentrasi ion internal. Amoniak juga meningkatkan konsumsi oksigen oleh jaringan, merusak insang, dan mengurangi kemampuan darah untuk mentransportasikan oksigen.

Konsentrasi amoniak yang tinggi dapat menyebabkan menurunnya pertumbuhan udang dan pada kondisi yang ekstrim dapat menyebabkan kematian (Wickins,1976; Armstrong,1978 *dalam* Chen dan Lei,1990). Amoniak akan lebih berbahaya dan toksik apabila konsentrasi oksigen terlarut dalam air rendah (Merkens dan Downing,1957 *dalam* Boyd,1990).

Konsentrasi amoniak yang aman bagi juvenil udang windu adalah kurang dari 0,1 mg/l (Chen dan Lei,1990). Sedangkan Boyd dan Fast (1992) mengatakan bahwa konsentrasi NH_3 lebih dari 1,0 mg/l dapat menyebabkan kematian, sedangkan pada konsentrasi lebih dari 0,1 mg/l dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan udang.

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei sampai dengan bulan Agustus 2000 bertempat di rumah kaca Laboratorium Kesehatan Ikan dan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

3.2 Bahan Penelitian

3.2.1 Udang Uji

Udang yang digunakan dalam penelitian ini adalah benur udang windu PL18 yang diperoleh dari salah satu pembenihan udang di Kecamatan Teluk Naga, Kabupaten Tangerang, Banten. Kemudian udang diadaptasikan pada kondisi lingkungan pemeliharaan hingga PL25 dengan bobot rata-rata 4,583 mg per ekor.

3.2.2 Wadah Pemeliharaan

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium kaca dengan ukuran 60 x 30 x 30 cm³ sebanyak 8 buah dan ukuran 60 x 30 x 50 cm³ sebanyak 4 buah. Wadah tersebut diletakkan di atas meja dinding dan untuk menghindari udang mengalami stres, bagian sisi luar wadah dilapisi dengan plastik hitam. Tinggi air dalam setiap wadah disesuaikan dengan perlakuan yang diberikan, yaitu tingkat ketinggian air 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm dan kemudian diaerasi secara terus-menerus. Untuk mengurangi penguapan, penetrasi cahaya matahari dan mencegah udang loncat keluar, bagian atas wadah ditutup dengan plastik transparan.

3.2.3 Air Laut

Air laut yang digunakan sebagai media budidaya dalam penelitian ini berasal dari pantai Ancol yang dibeli pada salah satu toko ikan hias air laut di Bogor. Sebelum digunakan sebagai media, air laut tersebut diencerkan terlebih dahulu

hingga salinitas 25 ppt. Pengisian air media kedalam wadah budidaya dilakukan dengan cara disaring menggunakan *cartridge filter*.

3.2.4 Substrat

Substrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir laut. Sebelum digunakan sebagai substrat, pasir laut dicuci bersih kemudian disebarakan secara merata pada setiap dasar wadah budidaya. Tebal substrat pasir dalam setiap wadah $\pm 1,5$ cm.

3.2.5 Pakan

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan udang Manggaiindo P.0 dan P.1. Pakan udang P.0 berupa tepung dan pakan udang P.1 berupa crumble. Tingkat pemberian pakan yang diberikan pada udang sebesar 100% dari bobot biomassa udang uji. Penyesuaian pemberian pakan dilakukan setiap 7 hari sesuai dengan hasil penimbangan bobot udang.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan model rancangan sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Keterangan :

- Y_{ij} = nilai pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = nilai tengah
- τ_i = pengaruh perlakuan ke-i
- ε_{ij} = galat pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

(Sumber : Steel dan Torrie, 1995)

3.3.2 Perlakuan

Dalam penelitian ini diberikan empat macam perlakuan, yaitu tingkat ketinggian air media 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Setiap perlakuan mendapat tiga ulangan dan penempatan perlakuan dalam wadah dilakukan secara acak (Steel dan Torrie, 1995).

3.3.3 Adaptasi Udang Uji

Adaptasi udang dilakukan dengan tujuan agar udang yang akan digunakan dalam penelitian dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan pemeliharaan. Masa adaptasi udang dilakukan selama 7 hari dan udang diberi pakan udang P.0 (tepung). Pemberian pakan tersebut dilakukan agar udang dapat menyesuaikan dengan pakan yang diberikan selama masa pemeliharaan.

3.3.4 Penebaran Udang Uji

Udang uji dimasukkan kedalam wadah pemeliharaan pada stadia PL25. Penebaran udang kedalam setiap wadah dengan kepadatan 100 ekor per m² atau sebanyak 20 ekor per wadah. Sebelum ditebar terlebih dahulu udang ditimbang untuk mengetahui bobot awalnya.

3.3.5 Pemberian Pakan

Pakan yang diberikan selama masa pemeliharaan udang adalah pakan udang Manggalindo P.0 dan P.1. Pemberian pakan udang P.0 diberikan hingga udang mencapai PL39 dan dilanjutkan dengan pemberian pakan udang P.1 hingga udang mencapai PL60 (akhir penelitian). Tingkat pemberian pakan yang diberikan pada udang sebesar 100% dari bobot biomassa udang uji per hari. Frekuensi pemberian pakan yang diberikan sebanyak 3 kali, yaitu pukul 07.00, 12.00, dan pukul 16.00. Penyesuaian pemberian pakan dilakukan setiap 7 hari sesuai dengan hasil penimbangan bobot udang.

3.3.6 Pergantian Air

Pergantian air media dilakukan setiap 7 hari dengan tingkat pergantian air sebesar 25% dari tinggi air media masing-masing perlakuan.

3.4 Pengamatan Parameter

Parameter yang diamati selama masa pemeliharaan meliputi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang serta kualitas air media budidaya yang bersifat fisika dan kimia.

3.4.1 Laju Pertumbuhan Harian Individu Udang Uji

Untuk menghitung laju pertumbuhan harian individu udang uji maka setiap 7 hari dilakukan penimbangan bobot udang untuk masing-masing ulangan dalam setiap perlakuan. Rumus yang digunakan untuk menghitung laju pertumbuhan harian individu udang uji adalah sebagai berikut :

$$W_t = W_o (1 + 0,01 \alpha)^t$$

Keterangan :

W_t = bobot rata-rata udang waktu ke-t

W_o = bobot rata-rata udang waktu ke-o

α = laju-pertumbuhan-harian-individu-udang

t = waktu (hari)

(Sumber : Zonneveld, *et al.*,1991)

3.4.2 Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Uji

Untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup udang uji yang ditebar maka setiap 7 hari dilakukan penghitungan udang yang hidup dalam setiap wadah. Rumus yang digunakan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup udang uji yang ditebar adalah sebagai berikut :

$$SR = N_t / N_o \times 100\%$$

Keterangan :

- SR = tingkat kelangsungan hidup udang
 Nt = jumlah udang uji yang hidup pada akhir pengamatan
 No = jumlah udang uji yang ditebar pada awal pengamatan

(Sumber : Effendie,1979)

3.4.3 Kualitas Air Media Budidaya

Parameter fisika dan kimia air yang diamati antara lain suhu, salinitas, pH, kandungan oksigen terlarut, nitrit, dan amoniak. Pengukuran suhu dan salinitas dilakukan setiap hari pada pukul 06.00 dan 14.00, sedangkan pengukuran pH, kandungan oksigen terlarut, nitrit, dan amoniak dilakukan setiap 7 hari. Pengamatan parameter kualitas air tersebut dilakukan dengan pengambilan sampel air dan dianalisis dengan menggunakan alat seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Fisika dan Kimia Air Media Budidaya

Parameter	Satuan	Alat/Metode
Suhu	°C	Termometer
Salinitas	ppt	Hand-Refraktometer
pH	-	pH-meter
Oksigen Terlarut	mg/l	DO-meter
Nitrit (NO ₂)	mg/l	Metode Sulfanilamide
Amoniak (NH ₃)	mg/l	Metode Indophenol

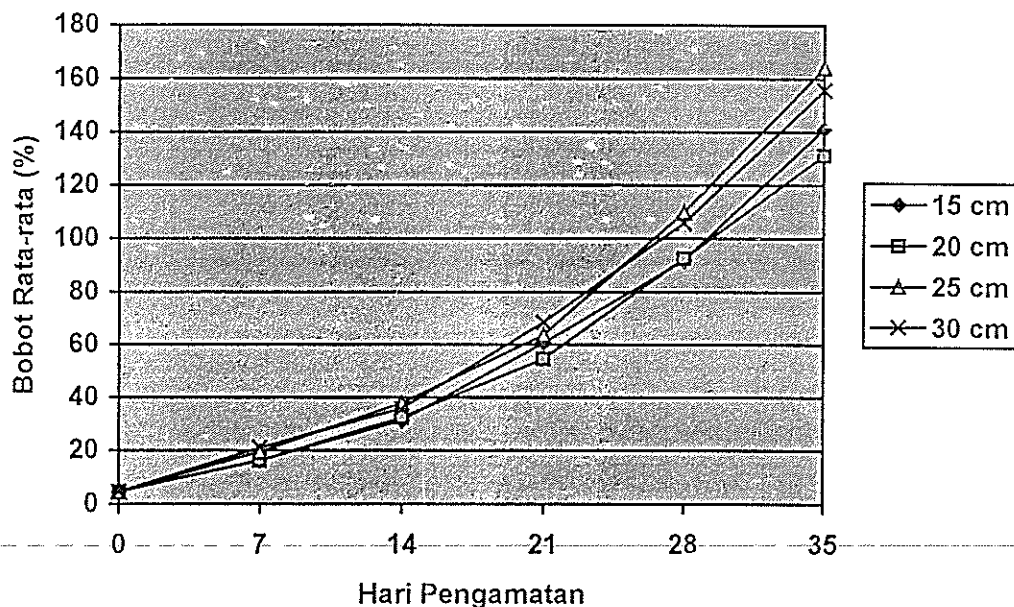
3.5 Analisis Data

Hasil pengamatan laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup terlebih dahulu diuji dengan uji homogenitas. Uji homogenitas ini dilakukan dengan menggunakan Uji Bartlett, selanjutnya diolah dengan menggunakan analisis ragam. Hasil pengamatan kualitas air media budidaya dianalisis secara deskriptif.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pertumbuhan

Bobot biomassa dan bobot rata-rata individu udang windu setiap ulangan dalam setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan disajikan pada Lampiran 1 dan 2. Bobot rata-rata individu udang windu setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan disajikan pada Gambar 1.



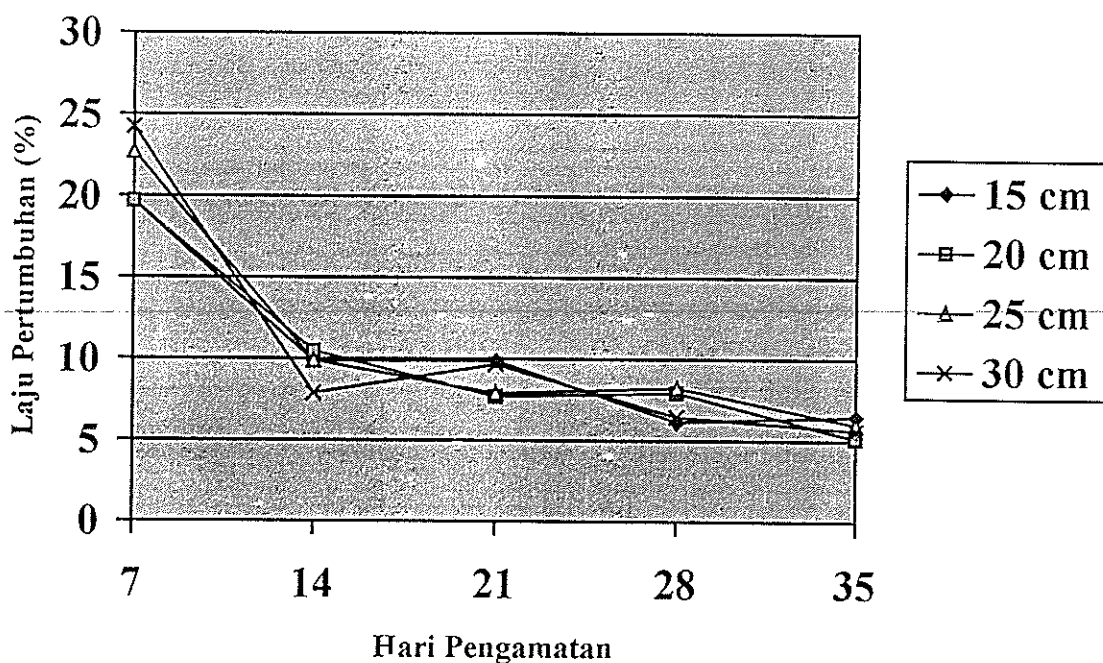
Gambar 1. Bobot rata-rata individu (mg) udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan

Laju pertumbuhan harian individu udang windu setiap ulangan pada setiap perlakuan selama masa pemeliharaan disajikan pada Tabel 2. Laju pertumbuhan harian individu udang windu setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan disajikan pada Gambar 2, sedangkan laju pertumbuhan harian individu

udang windu setiap ulangan dalam setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan disajikan pada Lampiran 3.

Tabel 2. Laju pertumbuhan harian individu (%) udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) setiap ulangan pada setiap perlakuan selama masa pemeliharaan

Ulangan	Perlakuan			
	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
I	10,190	10,369	10,657	11,181
II	10,356	9,890	10,933	10,566
III	10,316	9,900	10,694	9,932
Jumlah	30,862	30,159	32,284	31,679
Rata-rata	10,287±0,087	10,053±0,274	10,761±0,150	10,560±0,625



Gambar 2. Laju pertumbuhan harian individu (%) udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan

Dari pengamatan yang dilakukan selama masa pemeliharaan diperoleh laju pertumbuhan tertinggi pada tingkat ketinggian air media budidaya berturut-turut 25 cm, 30 cm, 15 cm, dan 20 cm masing-masing sebesar 10,761%, 10,560%, 10,287%, dan 10,053%. Sebelum uji keragaman, dilakukan pengujian kehomogenan ragam dengan Uji Bartlett terhadap data laju pertumbuhan harian individu udang windu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data bersifat homogen, artinya ragam dari semua perlakuan sama (Lampiran 6).

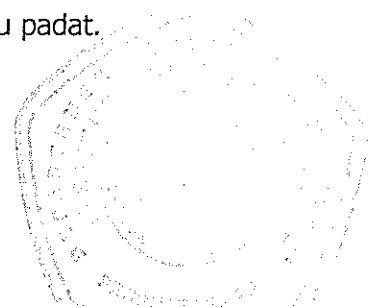
Analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat ketinggian air media budidaya tidak memberikan perbedaan nyata terhadap laju pertumbuhan harian individu udang windu antara perlakuan pada taraf kepercayaan 95% (Lampiran 7). Hal ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan harian individu udang windu tidak dipengaruhi oleh tingkat ketinggian air media budidaya.

Tingkat ketinggian air media budidaya mempengaruhi total volume air dan ruang gerak bagi udang windu dalam wadah budidaya yang berukuran sama. Hal ini akan menimbulkan adanya persaingan dalam memperebutkan ruang gerak dan pakan. Laju pertumbuhan harian individu udang windu yang tidak berbeda antara setiap perlakuan diduga disebabkan oleh tingkat persaingan yang terjadi dalam memperebutkan ruang gerak dan pakan relatif rendah. Meskipun demikian, secara visual dapat terlihat adanya usaha udang yang belum memperoleh pakan untuk merebut pakan yang telah dipegang oleh udang lainnya. Udang dengan kondisi yang kuat akan lebih mampu untuk bersaing memperebutkan pakan, sehingga pertumbuhannya akan lebih cepat bila dibandingkan dengan udang yang lemah. Hal ini akan menimbulkan adanya keragaman ukuran udang yang dipelihara. Seperti dikemukakan Magnuson (1962) *dalam* Brett (1979) bahwa terjadinya kompetisi antar individu dicirikan dengan adanya keragaman ukuran individu yang cukup besar. Individu yang kuat (agresif) dapat tumbuh lebih cepat sementara yang

lemah pertumbuhannya lambat. Terjadinya keragaman ukuran individu yang besar sebagai akibat kompetisi oleh Magnuson disebut "*Growth Depensation*".

Dalam kondisi ruang gerak yang besar atau tidak berdesakan, aktivitas mencari makan dan makan bagi setiap individu udang windu tidak terganggu oleh udang lainnya, sehingga udang akan mendapatkan pakan yang cukup dan pakan dapat dimanfaatkan secara sempurna. Brown (1957) mengatakan bahwa beberapa ikan yang dipelihara dalam wadah yang sama, jika total ruang yang tersedia relatif kecil, maka ikan akan mengganggu satu sama lain saat makan dan selama aktivitas normalnya. Pemanfaatan pakan dengan baik oleh udang windu akan menghasilkan energi yang digunakan untuk pertumbuhan, setelah digunakan untuk metabolisme, pergerakan dan aktivitas lainnya. Hal tersebut dapat terlihat pada bobot rata-rata udang windu yang semakin meningkat sejalan dengan lamanya waktu pemeliharaan. Schaperclaus *dalam* Huet (1971) mengemukakan bahwa pertumbuhan hanya akan terjadi jika energi makanan yang dimakan ikan lebih banyak daripada energi yang diperlukan untuk mempertahankan berat tubuhnya (*maintenance*).

Pada kondisi ruang gerak yang relatif kecil, energi akan lebih banyak digunakan untuk bersaing memperebutkan ruang gerak dan pakan, sehingga pertumbuhan udang akan terhambat. Dalam kondisi ruang gerak berdesakan tingkah laku udang terhadap udang lainnya dapat menyebabkan stres, sehingga akan berpengaruh negatif terhadap laju pertumbuhan (Poernomo,1979; Emmerson dan Andrews,1981; Forster dan Beard,1974 *dalam* Putra,1987). Selanjutnya Mock, *et al.* (1978) *dalam* Hamid (1981b) mengatakan bahwa kepadatan yang tinggi akan menyebabkan pertumbuhan lambat. Penurunan laju pertumbuhan ini sebagai akibat dari interaksi agresif udang dan persaingan ruang gerak yang merupakan penghambat utama pertumbuhan udang dalam populasi yang terlalu padat.



Laju pertumbuhan harian individu udang selama masa pemeliharaan menurun seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Hal ini diduga disebabkan oleh bertambahnya umur dan ukuran udang. Dengan bertambahnya umur dan ukuran udang akan meningkatkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk metabolisme dasar, pergerakan, produksi organ seksual dan mempertahankan tubuhnya (*maintenance*), sehingga energi yang digunakan untuk pertumbuhan menjadi berkurang. Seperti dikatakan oleh Kleiber (1961) dalam Brett (1979) bahwa laju metabolisme menurun dengan meningkatnya ukuran (*stadia*) organisme.

Laju pertumbuhan harian individu udang windu yang tidak berbeda antara setiap perlakuan disebabkan pula oleh faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan udang windu. Effendie (1985) mengatakan bahwa pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, yaitu makanan, suhu perairan, oksigen, karbondioksida, hidrogen sulfida, pH dan alkalinitas. Selanjutnya dikatakan apabila keadaan faktor-faktor lain normal, ketersediaan makanan akan mempengaruhi pertumbuhan ikan karena ikan dengan makanan berlebih akan tumbuh lebih pesat.

Pada kondisi tambak, ketinggian air akan mempengaruhi jenis makanan alami yang tumbuh dan tersedia bagi ikan/udang yang dipelihara. Pada tambak dangkal, akan berkembang dengan baik makanan alami berupa klekap dan pada tambak yang dalam, akan tumbuh makanan alami berupa alga/lumut (Liao dan Chen, 1986). Kedalaman air tambak yang baik untuk pertumbuhan klekap adalah 20-50 cm, untuk pertumbuhan lumut adalah 30-60 cm dan untuk pertumbuhan plankton antara 70-120 cm (Kusnendar dan Sudjiharno, 1984).

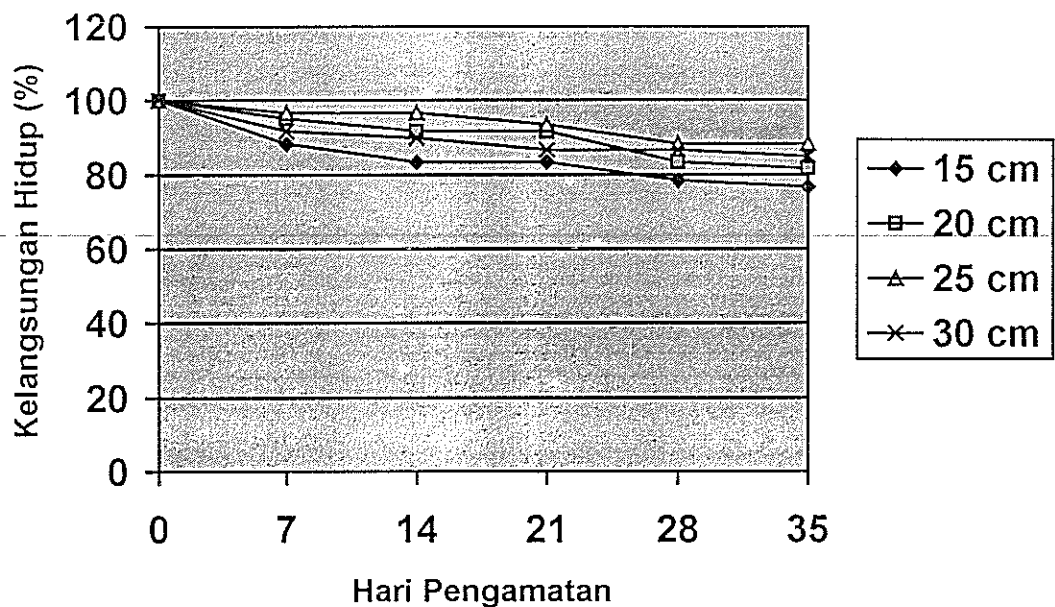
4.2 Kelangsungan Hidup

Jumlah dan kelangsungan hidup udang windu setiap ulangan dalam setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan disajikan pada

Lampiran 4 dan 5. Kelangsungan hidup udang windu setiap ulangan pada setiap perlakuan selama masa pemeliharaan disajikan pada Tabel 3, sedangkan kelangsungan hidup udang windu setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan disajikan pada Gambar 3.

Tabel 3. Kelangsungan hidup (%) udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) setiap ulangan pada setiap perlakuan selama pemeliharaan

Ulangan	Perlakuan			
	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
I	85	75	90	85
II	75	90	80	85
III	70	80	95	85
Jumlah	230	245	265	255
Rata-rata	76,667±7,638	81,667±7,638	88,333±7,638	85,000±0,000



Gambar 3. Kelangsungan hidup (%) udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) setiap perlakuan pada setiap pengamatan selama masa pemeliharaan

Dari pengamatan selama masa pemeliharaan diperoleh tingkat kelangsungan hidup tertinggi pada tingkat ketinggian air media budidaya berturut-turut 25 cm, 30 cm, 20 cm, dan 15 cm masing-masing sebesar 88,33%, 85,00%, 81,67%, dan 76,67%. Pengujian kehomogenan ragam dengan menggunakan Uji Bartlett pada data tingkat kelangsungan hidup udang windu menunjukkan bahwa data bersifat homogen, artinya ragam dari semua perlakuan sama (Lampiran 8).

Analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat ketinggian air tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kelangsungan hidup antara perlakuan pada taraf kepercayaan 95% (lampiran 9). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup udang windu tidak dipengaruhi oleh tingkat ketinggian air media budidaya.

Tingkat kelangsungan hidup udang windu yang tidak berbeda antara setiap perlakuan diduga disebabkan oleh tidak adanya perbedaan pengaruh luas ruang gerak dan persaingan pakan dalam wadah budidaya antara setiap perlakuan. Dalam hal ini setiap individu udang windu yang ditebar mendapatkan ruang gerak dan pakan yang cukup, sehingga udang dapat hidup dan tumbuh dengan baik. Tingkat kelangsungan hidup udang windu yang tinggi pada akhir masa pemeliharaan diduga disebabkan oleh kemampuan adaptasi terhadap lingkungan (perlakuan yang diberikan) yang tinggi. Pada dasarnya tingkat kelangsungan hidup yang dicapai suatu populasi merupakan gambaran hasil interaksi dari kemampuan (daya dukung) lingkungan dengan respon populasi terhadap ketersediaan lingkungan tersebut (Lane-Petter, 1964 *dalam* Sumantri, 1987).

Ruang gerak udang windu dipengaruhi oleh kepadatan individu udang yang ditebar kedalam wadah budidaya. Dalam penelitian ini, udang yang digunakan adalah benur udang PL25. Pada umur tersebut udang bersifat benthic, artinya cenderung berada di dasar (substrat). Namun demikian, udang akan menempati

kolom air saat berenang mencari makanan dan pada saat kondisi ruang gerak di dasar berdesakan dan dirasakan kurang nyaman.

Pada kondisi ruang gerak yang kecil, udang akan bersaing untuk memperoleh ruang gerak dan pakan, sehingga udang dengan kondisi yang kuat akan mampu bersaing dan udang dengan kondisi yang lemah akan kalah dan mati. Zein Aldin dan Meyers *dalam* Hamid (1981b) mengatakan bahwa tingginya tingkat persaingan dalam memperebutkan ruang gerak dan pakan akan menyebabkan stres pada udang, sehingga udang yang kalah bersaing akan lemah dan mati (Stickney,1979) atau akan dimangsa oleh udang yang lebih kuat (Hamid,1981b).

Adanya ruang gerak yang cukup bagi udang akan memperkecil terjadinya pemangsaan antara udang yang satu dengan udang lainnya. Mortalitas yang terjadi selama masa pemeliharaan secara visual disebabkan oleh pemangsaan udang akibat sifat agresif udang. Udang akan memangsa udang yang lebih kecil dan udang yang sedang mengalami pergantian kulit atau lemah. Pada udang yang sedang mengalami pergantian kulit energi akan lebih besar digunakan untuk proses pergantian kulit, sehingga udang akan berada pada kondisi yang lemah dan mudah untuk dimangsa oleh udang lainnya. Hamid (1981a) mengatakan bahwa udang windu mempunyai sifat kanibalisme. Sifat memakan sesamanya ini terjadi apabila seekor atau lebih benur udang berganti kulit. Dalam keadaan yang lemah ini udang tersebut diserang oleh udang yang lain. Sifat kanibalis ini selalu terjadi meskipun diberikan makanan yang cukup. Hal ini dapat menyebabkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup udang.

Adanya mortalitas udang selama penelitian disebabkan pula oleh penanganan udang pada saat dilakukan sampling. Kematian udang terjadi karena pada saat dilakukan sampling udang sedang mengalami pergantian kulit, sehingga udang stres dan kemudian mati.

4.3 Kualitas Air Media Budidaya

Kondisi lingkungan media budidaya merupakan faktor yang mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang windu, sehingga harus berada pada kisaran yang optimal. Kualitas air media budidaya selama masa pemeliharaan berada pada kisaran yang baik dan mendukung bagi kehidupan dan pertumbuhan udang windu. Kualitas air media budidaya selama masa pemeliharaan udang windu disajikan pada Tabel 4 dan Lampiran 10 – 13.

Tabel 4. Kualitas air media budidaya udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selama masa pemeliharaan

Parameter	Satuan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
Suhu	°C	24-30	24-30	24-30	24-29,5
Salinitas	ppt	23-27	22-28	22-28	22-28
pH	-	7,44-8,07	7,44-8,04	7,42-8,04	7,42-8,06
DO	mg/l	6,67-7,36	6,35-7,26	6,44-7,17	6,33-7,27
Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,00726- 0,20286	0,00598- 0,21548	0,00726- 0,21926	0,00851- 0,23568
Amoniak (NH ₃)	mg/l	0,00145- 0,11638	0,00042- 0,13521	0,00094- 0,13081	0,00158- 0,10504

4.3.1 Suhu

Dalam kegiatan budidaya udang, suhu merupakan salah satu faktor pembatas yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang. Kisaran suhu pada setiap perlakuan selama pengamatan, yaitu antara 24 - 30 °C menunjukkan bahwa kisaran suhu tersebut masih berada pada kisaran yang baik bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang windu.

Suhu air mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan melalui proses metabolisme seperti respirasi, makan dan pencernaan makanan

(Wedemeyer, 1996). Proses metabolisme membutuhkan energi yang diperoleh melalui makanan yang dikonsumsi, sehingga dengan adanya peningkatan suhu, maka jumlah makanan yang dikonsumsi akan mengalami peningkatan (Stickney, 1979). Namun, suhu yang lebih tinggi dapat memperlemah kondisi fisik udang yang akhirnya dapat mengakibatkan kematian (Brown, 1957).

Suhu air akan mempengaruhi kemauan udang untuk makan. Apabila suhu air kurang dari 26°C atau lebih dari 40°C kemauan udang untuk makan akan berkurang atau berhenti sama sekali. Suhu yang merangsang udang untuk makan adalah $26 \pm 2^\circ\text{C}$ (Wardoyo, 1997). Selanjutnya dikatakan bahwa pada suhu air yang tidak nyaman bagi udang, pemberian pakan dikurangi atau dihentikan, karena akan banyak pakan yang terbuang dan akan merusak kualitas perairan.

Pada umumnya, spesies udang yang dibudidayakan di tambak tumbuh baik pada kisaran suhu 25-30°C (Boyd dan Fast, 1992). Selanjutnya dikatakan bahwa beberapa spesies akan tumbuh pada suhu kurang dari 20°C, tetapi pada suhu 35°C atau lebih dapat menyebabkan kematian.

Ketinggian air media budidaya akan mempengaruhi suhu. Pada tingkat ketinggian air yang rendah suhu air akan lebih fluktuatif antara siang hari dan malam hari. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang windu. Pada tingkat ketinggian air media yang lebih dalam suhu air akan lebih stabil. Fast (1988) dalam Fast dan Lannan (1992) mengatakan bahwa pada tingkat ketinggian air yang lebih rendah, suhu air akan mengalami perubahan yang tinggi dibandingkan dengan tingkat ketinggian air yang lebih dalam. Hal ini berhubungan dengan rasio volume air dan luas permukaan air.

4.3.2 Salinitas

Udang windu adalah spesies udang yang bersifat euryhaline, yaitu mampu mentoleransi kisaran salinitas yang lebar (Pillay, 1990). Kisaran salinitas pada setiap

perlakuan selama pengamatan, yaitu 22-28 ppt menunjukkan bahwa kisaran salinitas masih berada pada kisaran yang baik dan mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang windu. Boyd dan Fast (1992) mengatakan bahwa udang dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 15-30 ppt.

Salinitas dapat berpengaruh terhadap metabolisme dan aktivitas ikan melalui perubahan yang terjadi pada osmo-konsentrasi total (konsentrasi garam-garam yang mempengaruhi tekanan osmotik), perbandingan relatif larutan, koefisien penyerapan dan kejenuhan gas-gas terlarut serta densitas dan viskositas (Kinne,1964). Selanjutnya dikatakan bahwa salinitas yang berada diluar kisaran yang dapat ditoleransi oleh ikan akan menyebabkan penurunan laju metabolisme. Kondisi yang menyebabkan ikan stres meliputi : (a) di atas salinitas subnormal dan/atau di bawah supranormal, (b) di bawah salinitas sub dan supranormal, (c) kondisi yang ekstrim.

Selanjutnya Kinne (1964) mengatakan bahwa ikan atau organisme air yang mengalami stres akibat perubahan salinitas akan memberikan respon seperti : (i) melarikan diri dengan jalan bermigrasi ke tempat yang lebih nyaman,(ii) mengurangi kontak/hubungan dengan lingkungan melalui pengeluaran lendir, produksi *jelly* atau bahan yang dapat melindungi tubuh, mengurangi permeabilitas, menutup kulit, penyusutan tubuh dan lain-lain, (iii) toleransi pasif (poikilostasis),(iv) pengaturan ke arah homeostasis dan (v) adaptasi.

Tingkat ketinggian air akan mempengaruhi salinitas air media budidaya. Pada tingkat ketinggian air yang rendah dengan penguapan yang tinggi akan menyebabkan perubahan salinitas air yang tinggi, sedangkan pada tingkat ketinggian air yang lebih dalam fluktuasi salinitas menjadi rendah. Dengan meningkatkan ketinggian air , pengenceran terhadap air media akan lebih tinggi bila dibandingkan ketinggian air yang rendah. Manik dan Mintardjo (1983) mengatakan

bahwa untuk menghindari perubahan kadar garam yang berlangsung cepat pada kolam ipukan dapat dilakukan dengan meninggikan kedalaman air, sehingga dengan adanya proses penguapan atau turunnya hujan kadar garam tidak berubah secara mendadak.

4.3.3 Nilai pH

Nilai pH menyebabkan lingkungan perairan layak atau tidak layak bagi udang (dan sumberdaya ikan lainnya) dan sebaliknya dipengaruhi oleh udang (dan sumberdaya ikan lain) serta diakibatkan pula oleh penguraian bahan-bahan organik yang terkandung di perairan. Nilai pH mempengaruhi laju reaksi kimia serta tekanan osmose yang terjadi di perairan dan tubuh udang (Wardoyo,1997).

Kisaran nilai pH yang diperoleh selama pengamatan adalah 7,42 – 8,07. Kisaran nilai pH tersebut masih berada pada kisaran yang baik untuk reproduksi dan pertumbuhan. Wardoyo (1997) mengatakan bahwa nilai pH air yang ideal adalah 6,8-9,0; sedangkan pH air 4,5-6,0 dan 9,8-11,0 mengganggu metabolisme ikan (termasuk udang), sehingga produksinya rendah, dan pH di bawah 4,0 dan di atas 11,0 ikan (termasuk udang) akan mati.

4.3.4 Kandungan Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air yang sangat penting bagi udang terutama dalam proses metabolisme dan respirasi. Kisaran oksigen terlarut yang diperoleh selama pengamatan adalah 6,33-7,36. Kisaran yang diperoleh tersebut merupakan kisaran oksigen terlarut yang baik dan mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu. Boyd dan Fast (1992) mengatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang baik bagi kehidupan dan pertumbuhan udang antara 3,5 mg/l sampai dengan saturasi.

Kandungan oksigen terlarut berada pada kisaran yang baik bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan selama pengamatan dihasilkan oleh adanya

aerasi pada air media budidaya. Wardoyo (1997) mengatakan bahwa aerasi adalah proses memasukkan udara (dimana di dalamnya terkandung oksigen) ke dalam perairan, melalui difusi antara molekul-molekul air dan udara. Tujuannya selain membuat air kaya dengan udara (termasuk oksigen) juga agar air dapat bersirkulasi sehingga perairan atau air menjadi homogen, baik dalam suhu, salinitas, maupun kandungan oksigennya.

Pada tingkat ketinggian air yang rendah tidak terjadi stratifikasi kandungan oksigen terlarut antara permukaan air dengan dasar air, sedangkan pada tingkat ketinggian air yang lebih dalam akan terjadi stratifikasi kandungan oksigen terlarut antara permukaan air dengan dasar air. Seperti dikatakan oleh Ahmad (1987) bahwa kelimpahan plankton dan kedalaman air mempengaruhi penyebaran oksigen terlarut dalam badan air. Konsentrasi oksigen terlarut menurun dengan bertambahnya kedalaman. Selanjutnya dikatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut jauh lewat jenuh bisa terkandung dalam air permukaan, sedangkan air dasar biasa mengandung oksigen terlarut pada konsentrasi sangat rendah.

4.3.5 Nitrit (NO₂-N)

Nitrit dapat terakumulasi dan konsentrasinya meningkat jika amoniak diubah menjadi nitrit oleh bakteri nitrifikasi dan kemudian nitrit akan dioksidasi menjadi nitrat (Wedemeyer,1996). Selanjutnya dikatakan bahwa nitrit dapat terbentuk oleh adanya dekomposisi bahan organik secara aerob dan anaerob. Nitrit dapat menyebabkan terganggunya kesehatan ikan, seperti hypertrophy pada ikan, hyperplasia dan pemisahan lamella diiringi dengan terjadinya hemorrhage serta necrotic lesion (Wedemeyer dan Yasutake,1978 *dalam* Wedemeyer,1996).

Kandungan nitrit dalam media budidaya yang diperoleh selama pengamatan berkisar antara 0,00598-0,23568. Kisaran nilai tersebut masih berada di bawah kisaran nilai yang dapat membahayakan kehidupan dan pertumbuhan udang. Boyd

dan Fast (1992) mengatakan bahwa konsentrasi nitrit di atas 4-5 mg/l dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan udang.

4.3.6 Amoniak (NH₃-N)

Kandungan amoniak dalam media budidaya yang diperoleh selama pengamatan berkisar antara 0,00042-0,13521. Kandungan amoniak yang terdapat di dalam media budidaya selama masa pemeliharaan masih berada dibawah nilai yang dapat membahayakan kehidupan dan pertumbuhan udang windu. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya aerasi yang berlangsung secara terus-menerus untuk meningkatkan oksigen, sehingga kandungan oksigen dalam air tinggi dan bahan organik yang terakumulasi di dasar media dapat didekomposisi oleh bakteri pengurai. Konsentrasi amoniak yang tinggi dapat menyebabkan menurunnya pertumbuhan udang dan pada kondisi yang ekstrim dapat menyebabkan kematian (Wickins,1976; Armstrong,1978 *dalam* Chen dan Lei,1990). Amoniak akan lebih berbahaya dan toksik apabila konsentrasi oksigen terlarut dalam air rendah (Merkens dan Downing,1957 *dalam* Boyd,1990). Boyd dan Fast (1992) mengatakan bahwa konsentrasi NH₃ lebih dari 1,0 mg/l dapat menyebabkan kematian, sedangkan pada konsentrasi lebih dari 0,1 mg/l dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan udang.

Pada tingkat ketinggian air yang rendah pengenceran bahan-bahan organik akan lebih rendah bila dibandingkan dengan tingkat ketinggian air yang lebih dalam. Hal ini akan berpengaruh terhadap kandungan bahan organik yang terdapat dalam air. Seperti dikatakan oleh Ondang (1989) bahwa dengan adanya penambahan air pada media budidaya akan menurunkan kandungan amoniak total dalam air media tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian membuktikan bahwa tingkat ketinggian air media budidaya 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm tidak mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu stadia PL25 sampai dengan stadia PL60.

5.2 Saran

Untuk efisiensi penggunaan air dalam pergantian air, maka tingkat ketinggian air media budidaya yang diujikan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai media budidaya. Namun, perlu adanya penelitian lanjutan terhadap tingkat ketinggian air media budidaya tersebut pada wadah yang lebih besar dan sistem pergantian air yang lebih baik serta tingkat kepadatan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T. 1987. Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut Dalam Air Tambak Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Yang Dikelola Secara Semi-Intensif. *Jurn. Pen. BP* Vol 3 No.1 : 51-56.
- Anggoro, S. 1992. Efek Osmotik Berbagai Tingkat Salinitas Media Terhadap Daya Tetas Telur dan Vitalitas Larva Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.). Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonymous. 1997. Program Pengembangan Budidaya Udang Nasional Seluas 250.000 Ha Dalam Rangka Pencapaian Devisa Produk Perikanan US\$ 8 M. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Boyd, C.E. 1982. Water Quality Management for Pond. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- Boyd, C.E. 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departemental, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- Boyd, C.E. and Lichkoppler. 1979. Water Quality Management in Warm Water Fish Pond. Craftmaster. Opdika. Alabama.
- Boyd, C.E. and A.W. Fast. 1992. Pond Monitoring and Management. *In* : A.W. Fast and L.J. Lester (eds.). *Marine Shrimp Culture Principles and Practises*. Elsevier Science Publishing Comp. Inc., New York.
- Brett, J.R. 1979. Environmental Factors and Growth. *In* : Fish Physiology. Vol III. Bioenergenetics and Growth. Academic Press. New York, San Fransisco, London.p. 559-667.
- Brown, M.E. 1957. The Physiology of Fish. Volume I : Metabolism. Academic Press Inc., New York. p. 361-397.
- Chen, J.C. and S.C. Lei. 1990. Toxicity of Ammonia and Nitrite to *Penaeus monodon* Juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 21(4) : 300-306.
- Chien, Y.H. 1992. Water Quality Requirements and Management for Marine Shrimp Culture. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA USA.

- Chittleborough, R.G. 1975. Environmental Factors Affecting Growth and Survival of Juvenile Western Rock Lobsters *Panulirus longipes* (Milne-Edwards). Aust. J. Mar. Freswat. Res. , p. 177-196.
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri. Bogor.
- Effendie, M.I. 1985. Biologi Perikanan. Bagian I : Studi Natural History. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Emmerson, W.D. and B. Andrews. 1981. The Effect of Stocking Density on the Growth, Development and Survival of *Penaeus indicus* (Milne-Edwards) Larvae. Aquaculture, 23 (1-4) : 45-57.
- Fast, A.W. and J.E. Lannan. 1992. Pond Dynamics Processes. In : Marine Shrimp Culture Principles and Practises. Elsevier Science Publishing Comp. Inc., Newyork. p. 431-456.
- Hamid, N.S. 1981a. Teknik Penampungan Benih Udang (Benur). Balai Budidaya Air Payau, Jepara.
- Hamid, N.S. 1981b. Holding of Shrimp *Penaeus monodon* Fab. Postlarva in Tank Provided With Shelter. Bull. Brack. Aqua. Dev. Cent. , 7 (1&2) : 502-508.
- Hoar, W.S. , D.J. Randall, J.R. Brett. 1979. Fish Physiology. Vol. VIII : Bioenergenetics and Growth. Academic Press. New York, San Francisco, London. p. 559-667.
- Holatila, H. 1989. Pengaruh Padat Penebaran Sebesar 1000, 2500, 4000, 5500, dan 7000 ekor/m² Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Pasca Larva Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Dari PL8 Sampai PL20. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan, IPB. Bogor.
-
- Huet, M. 1971. Textbook of Fish Culture. Breeding and Cultivation of Fish. Fishing News Books, Ltd. London.
- Ikenoue, H. and T. Kafuku. 1992. Modern Methods of Aquaculture in Japan. Kodansha Ltd. , Tokyo, Japan.
- Kinne, O. 1964. The Effect of Temperature and Salinity on Marine and Brackishwater Animals. Oceanography and Marine Biology. Volume 2. p. 281-339.
- Kusnendar, E. dan Sudjiharno. 1984. Budidaya Bandeng dan Udang Di Tambak. Dalam Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta. Hal: 112-155.

- Lester, L.J. and Ma. J.R. Pante. 1992. Genetics of *Penaeus* Species. *In* : Marine Shrimp Culture Principles and Practises. Elsevier Science Publishing Comp. Inc. , New York. p. 29-52.
- Liao, I.C. and T.I. Chan. 1986. Milkfish Culture in Methods in Southeast Asia. *In* : Aquaculture of Milkfish (*Chanos chanos* F.). State of The Art. The Oceanic Institute Hawaii. USA. pp. 209-242.
- Manik, R. dan K. Mintardjo. 1983. Kolam Ipukan. *Dalam* : Pedoman Pembenihan Udang Penaeid. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Nikolsky. 1963. The Ecology Fishes. Academic Press Inc. , London and New York.
- Nurhidayat, M.A. 1982. Peranan Fomadol Dalam Penyediaan Makanan Alami Burayak Ikan Mas, *Cyprinus carpio* L. Di Kolam : 2. Kebiasaan Makanan, Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan dan Hasil. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Ondang. 1989. Upaya Peningkatan Kelangsungan Hidup Larva Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Dengan Cara Penambahan Air Setiap Hari Pada Wadah Pemeliharaan. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Pillay, T.V.R. 1990. Aquaculture Principles and Practises. Fishing News Book Ltd. , London.
- Poernomo, A. 1979. Budidaya Udang. *Dalam* Udang : Biologi, Potensi, Budidaya, Produksi dan Udang Sebagai Bahan Makanan Di Indonesia. Proyek Penelitian Potensi Sumber Budidaya Ekonomis. LON-LIPI. Jakarta. Hal 45-71.
- Putra, I.K.S. 1987. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Pascalarva Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Pada Pentokolan Dengan Sistem Resirkulasi. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Puzon, A.G. and K.A.D. Villalonga. 1991. Water Temperature and Salinity. Aqua-Tech.
- Shigueno, K. 1975. Shrimp Culture in Japan. Association for International Technical Promotion, Tokyo, Japan.
- Sikong, M. 1982. Beberapa Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Produksi Biomassa Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.). Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana. IPB. Bogor.

- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika. Terjemahan Bambang Sumantri. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Stickney, R.R. 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York.
- Sumantri, W.I. 1987. Pengaruh Kepadatan Terhadap Kelangsungan Hidup Zoea Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Yang Diberi Makanan Alami *Isochrysis galbana* Parke. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syafiuddin. 2000. Kinerja Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius) Yang Dipelihara Bertingkat Dalam Sistem Resirkulasi. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wardoyo, S.T.H. 1997. Pengelolaan Kualitas Air Tambak Udang. Makalah Pada Pelatihan Manajemen Tambak Udang dan Hatchery. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Wedemeyer, G.A. 1996. Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. Chapman & Hall, International Thompson Publishing, New York.
- Zonneveld, N. , E.A. Huisman and H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

LAMPIRAN

**Lampiran 1. Bobot Biomassa (mg) Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)
Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap
Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan**

Pengamatan Hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	91,660	91,660	91,660	91,660
	II	91,660	91,660	91,660	91,660
	III	91,660	91,660	91,660	91,660
	Rata-rata	91,660	91,660	91,660	91,660
7	I	267,50	264,20	319,40	393,70
	II	294,30	337,70	434,30	383,70
	III	293,70	318,20	364,30	372,30
	Rata-rata	285,17	306,70	372,67	383,23
14	I	537,80	525,50	554,40	689,40
	II	530,00	683,00	882,20	626,60
	III	486,60	573,10	749,30	607,20
	Rata-rata	518,13	593,87	728,63	641,07
21	I	1029,30	960,30	1010,50	1239,90
	II	1058,90	1062,90	1337,40	1293,80
	III	921,20	953,20	1198,00	1013,30
	Rata-rata	1003,13	992,13	1181,97	1182,33
28	I	1311,50	1609,80	1701,50	2016,10
	II	1509,00	1596,80	1932,00	1992,90
	III	1456,30	1415,00	2176,00	1494,60
	Rata-rata	1425,60	1540,53	1936,50	1834,53
35	I	2326,10	2172,60	2855,90	3181,90
	II	2163,00	2238,80	2769,50	2620,40
	III	1993,30	1996,20	3049,90	2142,70
	Rata-rata	2160,80	2135,87	2891,77	2648,33

Lampiran 2. Bobot Rata-rata (mg) Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan

Pengamatan Hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	4,583	4,583	4,583	4,583
	II	4,583	4,583	4,583	4,583
	III	4,583	4,583	4,583	4,583
	Rata-rata	4,583	4,583	4,583	4,583
7	I	14,86	15,54	16,81	23,16
	II	16,35	16,89	22,86	20,19
	III	17,23	15,91	13,22	19,59
	Rata-rata	16,150	16,110	19,230	20,980
14	I	29,878	32,844	29,179	40,553
	II	33,125	34,150	46,432	34,811
	III	30,413	30,163	37,465	31,958
	Rata-rata	31,139	32,386	37,692	35,774
21	I	57,183	60,019	53,184	72,935
	II	66,181	53,145	74,300	71,878
	III	57,575	50,168	63,053	59,606
	Rata-rata	60,313	54,444	63,512	68,140
28	I	77,147	100,613	94,528	118,594
	II	94,313	88,711	120,750	110,717
	III	104,021	88,438	114,526	87,918
	Rata-rata	91,827	92,587	109,935	105,743
35	I	136,829	144,840	158,661	187,171
	II	144,200	124,378	173,094	154,141
	III	142,379	124,763	160,521	126,041
	Rata-rata	141,136	131,327	164,092	155,784

Lampiran 3. Laju Pertumbuhan Harian Individu (%) Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan

Pengamatan hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	-	-	-	-
	II	-	-	-	-
	III	-	-	-	-
	Rata-rata	-	-	-	-
7	I	18,30	19,06	20,40	26,04
	II	19,93	20,48	25,81	23,59
	III	20,83	19,46	21,79	23,06
	Rata-rata	19,690	19,667	22,667	24,233
14	I	10,493	11,283	8,197	8,332
	II	10,613	10,581	10,653	8,093
	III	8,456	9,569	10,847	7,242
	Rata-rata	9,854	10,478	9,899	7,889
21	I	9,717	8,995	8,954	8,747
	II	10,393	6,522	6,947	10,913
	III	9,546	7,539	7,720	9,313
	Rata-rata	9,885	7,685	7,874	9,658
28	I	4,371	7,660	8,563	7,192
	II	5,191	7,594	7,184	6,366
	III	8,817	8,436	8,900	5,709
	Rata-rata	6,126	7,897	8,216	6,422
35	I	8,530	5,343	7,679	6,736
	II	6,253	4,946	5,279	4,841
	III	4,586	5,039	4,941	5,281
	Rata-rata	6,456	5,109	5,966	5,619

**Lampiran 4. Jumlah Individu Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)
Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap
Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan**

Pengamatan Hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	20	20	20	20
	II	20	20	20	20
	III	20	20	20	20
	Rata-rata	20,00	20,00	20,00	20,00
7	I	18	17	19	17
	II	18	20	19	19
	III	17	20	20	19
	Rata-rata	17,67	19,00	19,33	18,33
14	I	18	16	19	17
	II	16	20	19	18
	III	16	19	20	19
	Rata-rata	16,67	18,33	19,33	18,00
21	I	18	16	19	17
	II	16	20	18	18
	III	16	19	19	17
	Rata-rata	16,67	18,33	18,67	17,33
28	I	17	16	18	17
	II	16	18	16	18
	III	14	16	19	17
	Rata-rata	15,67	16,67	17,67	17,33
35	I	17	15	18	17
	II	15	18	16	17
	III	14	16	19	17
	Rata-rata	15,33	16,33	17,67	17,00

Lampiran 5. Kelangsungan Hidup (%) Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Setiap Ulangan Dalam Setiap Perlakuan Pada Setiap Pengamatan Selama Masa Pemeliharaan

Pengamatan Hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	100	100	100	100
	II	100	100	100	100
	III	100	100	100	100
	Rata-rata	100	100	100	100
7	I	90	85	95	85
	II	90	100	95	95
	III	85	100	100	95
	Rata-rata	88,33	95,00	96,67	91,67
14	I	90	80	95	85
	II	80	100	95	90
	III	80	95	100	95
	Rata-rata	83,33	91,67	96,67	90,00
21	I	90	80	95	85
	II	80	100	90	90
	III	80	95	95	85
	Rata-rata	83,33	91,67	93,33	86,67
28	I	85	80	90	85
	II	80	90	80	90
	III	70	80	95	85
	Rata-rata	78,33	83,33	88,33	86,67
35	I	85	75	90	85
	II	75	90	80	85
	III	70	80	95	85
	Rata-rata	76,67	81,67	88,33	85,00

Lampiran 6. Uji Homogenitas Ragam Terhadap Laju Pertumbuhan Harian Individu Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Perlakuan	db (r _i - 1)	1/(r _i - 1)	JK	Si ²	Log Si ²	(r _i - 1)log Si ²
15 cm	2	0,5	0,015	0,0075055	-2,124620371	-4,249240741
20 cm	2	0,5	0,150	0,074917	-1,125419622	-2,250839244
25 cm	2	0,5	0,450	0,0224445	-1,64889065	-3,29778013
30 cm	2	0,5	0,780	0,390031	-0,408900873	-0,817801747
Total (Σ) i	8	2,0	0,990	-		-10,61566186

S^2 (ragam gabungan) = Total JK / Total db

$$= 0,990 / 8 = 0,12375$$

$$\text{Log } S^2 = -0,907454792$$

$$X^2 = 2,3026 \{ 8 \cdot -0,907454792 - (-10,61566186) \}$$

$$= 7,727579759 ; \text{ dengan derajat bebas } v = t - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$\text{Faktor koreksi C} = 1,208333333$$

$$X^2 \text{ terkoreksi} = (1 / 1,208333333) \cdot 7,727579759$$

$$= 6,395238423$$

Dari tabel X^2 dengan taraf nyata 5% pada derajat bebas $v = 3$ diperoleh nilai 7,81.

Nilai X^2 terkoreksi $< X^2_{0,05}(3) = 7,81$ maka diputuskan terima H_0 . Hal ini berarti ragam dari semua perlakuan sama.

Lampiran 7. Analisis Ragam Laju Pertumbuhan Harian Individu Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

SK	db	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	0,864653	0,288217666	2,329516372 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	0,989794	0,12372425			
Total	11	1,854447				

F Hitung $<$ F Tabel 0,05 : Tidak nyata

Lampiran 8. Uji Homogenitas Ragam Terhadap Kelangsungan Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Perlakuan	db (r _i - 1)	1/(r _i - 1)	JK	S ²	Log S ²	(r _i - 1)log S ²
15 cm	2	0,5	116,67	58,33335	1,765916918	3,531833836
20 cm	2	0,5	116,67	58,33335	1,765916918	3,531833836
25 cm	2	0,5	116,67	58,33335	1,765916918	3,531833836
30 cm	2	0,5	0	0	0	0
Total (Σ) i	8	2	350,01	-	-	10,59550151

$$S^2 \text{ (ragam gabungan)} = \text{Total JK} / \text{Total db}$$

$$= 350,01 / 8 = 43,75125$$

$$\text{Log } S^2 = 1,640990466$$

$$X^2 = 2,3026 \{8 \cdot 1,640990466 - 10,59550151\}$$

$$= 5,831155381 ; \text{ dengan derajat bebas } v = t - 1 = 4 - 3 = 3$$

$$\text{Faktor koreksi C} = 1,208333333$$

$$X^2 \text{ terkoreksi} = (1 / 1,208333333) \cdot 5,831155381$$

$$= 4,825783765$$

Dari tabel X^2 dengan taraf nyata 5% pada derajat bebas $v = 3$ diperoleh nilai 7,81.

Nilai X^2 terkoreksi $< X^2_{0,05}(3) = 7,81$ maka diputuskan terima H_0 . Hal ini berarti ragam dari semua perlakuan sama.

Lampiran 9. Analisis Ragam Kelangsungan Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

SK	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	222,91667	74,30555667	1,698412724 ⁿ s	4,07	7,59
Galat	8	350	43,75			
Total	11	572,91667				

F Hitung $<$ F Tabel 0,05 : Tidak nyata

Lampiran 10. Parameter Kualitas Air Media Budidaya Nilai pH Selama Masa Pemeliharaan

Pengamatan hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	7,57	7,61	7,68	7,76
	II	7,58	7,58	7,64	7,78
	III	7,58	7,58	7,64	7,59
	Kisaran	7,57 – 7,58	7,58 – 7,61	7,64 – 7,68	7,59 – 7,78
7	I	7,49	7,48	7,42	7,46
	II	7,51	7,52	7,43	7,42
	III	7,50	7,53	7,48	7,51
	Kisaran	7,49 – 7,51	7,48 – 7,53	7,42 – 7,48	7,42 – 7,51
14	I	7,53	7,50	7,52	7,50
	II	7,55	7,51	7,56	7,48
	III	7,56	7,52	7,52	7,42
	Kisaran	7,53 – 7,56	7,50 – 7,52	7,52 – 7,56	7,42 – 7,50
21	I	7,48	7,44	7,57	7,56
	II	7,44	7,54	7,53	7,53
	III	7,54	7,58	7,59	7,57
	Kisaran	7,44 – 7,54	7,44 – 7,58	7,53 – 7,59	7,53 – 7,57
28	I	7,58	7,50	7,52	7,55
	II	7,55	7,55	7,54	7,54
	III	7,54	7,55	7,49	7,55
	Kisaran	7,54 – 7,58	7,50 – 7,55	7,49 – 7,54	7,54 – 7,55
35	I	8,03	8,04	8,01	8,02
	II	8,07	8,01	8,04	8,02
	III	8,01	8,04	8,02	8,06
	Kisaran	8,01 – 8,07	8,01 – 8,04	8,01 – 8,04	8,02 – 8,06

Lampiran 11. Parameter Kualitas Air Media Budidaya Kandungan Oksigen Terlarut (mg/l O₂) Selama Masa Pemeliharaan

Pengamatan Hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	7,36	7,15	7,03	7,07
	II	7,04	7,26	7,04	6,92
	III	7,21	7,07	7,17	7,25
	Kisaran	7,04 – 7,21	7,07 – 7,26	7,03 – 7,17	6,92 – 7,25
7	I	7,00	6,83	6,60	6,63
	II	6,78	6,95	6,56	6,33
	III	6,72	6,96	6,66	6,99
	Kisaran	6,72 – 7,00	6,83 – 6,96	6,56 – 6,66	6,33 – 6,99
14	I	7,02	6,71	6,62	6,63
	II	6,80	6,89	6,90	6,49
	III	6,85	6,89	6,77	6,50
	Kisaran	6,80 – 7,02	6,71 – 6,89	6,62 – 6,90	6,49 – 6,63
21	I	6,75	6,35	6,55	6,55
	II	6,73	6,59	6,59	6,37
	III	6,67	6,66	6,44	6,59
	Kisaran	6,67 – 6,75	6,35 – 6,66	6,44 – 6,59	6,37 – 6,59
28	I	7,15	6,84	7,00	7,27
	II	6,93	7,04	7,05	7,26
	III	6,92	6,98	6,89	6,99
	Kisaran	6,92 – 7,15	6,84 – 7,04	6,89 – 7,05	6,99 – 7,27
35	I	7,24	7,02	6,94	6,85
	II	7,13	6,98	6,92	6,91
	III	6,90	6,93	6,98	6,76
	Kisaran	6,90 – 7,24	6,93 – 7,02	6,92 – 6,98	6,76 – 6,91

Lampiran 12. Parameter Kualitas Air Media Budidaya Nitrit (mg/l NO₂-N) Selama Masa Pemeliharaan

Perlakuan Hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	0,00221	0,00182	0,00221	0,00489
	II	0,00297	0,00413	0,00528	0,00259
	III	0,00259	0,00336	0,00221	0,01488
	Rata-rata	0,00259	0,00310	0,00323	0,00745
7	I	0,00451	0,00374	0,00489	0,00374
	II	0,00451	0,00374	0,00374	0,00489
	III	0,00489	0,01142	0,00336	0,01450
	Rata-rata	0,00464	0,00630	0,00336	0,00771
14	I	0,01834	0,01027	0,02640	0,01104
	II	0,01949	0,00873	0,01296	0,00989
	III	0,04090	0,05789	0,00873	0,05175
	Rata-rata	0,02627	0,02563	0,01603	0,02433
21	I	0,05944	0,05867	0,06673	0,06174
	II	0,06174	0,06289	0,05675	0,05214
	III	0,05905	0,06558	0,05752	0,07173
	Rata-rata	0,06008	0,06238	0,06033	0,06187
28	I	0,04599	0,04829	0,04138	0,04522
	II	0,04330	0,04456	0,04714	0,04484
	III	0,04099	0,01680	0,04599	0,01834
	Rata-rata	0,04343	0,03655	0,04484	0,03613
35	I	0,03946	0,02717	0,03063	0,03613
	II	0,03677	0,05598	0,05406	0,04791
	III	0,03601	0,02525	0,05559	0,01757
	Rata-rata	0,03741	0,03613	0,04676	0,03511

Lampiran 13. Parameter Kualitas Air Media Budidaya Amoniak Total (mg/l NH₃-N) Selama Masa Pemeliharaan

Perlakuan Hari ke-	Ulangan	Perlakuan			
		15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
0	I	0,0470	0,0778	0,0624	0,0547
	II	0,0624	0,0162	0,1163	0,0393
	III	0,0470	0,0547	0,0316	0,1394
	Rata-rata	0,0521	0,0496	0,0701	0,0778
7	I	0,3088	0,2318	0,4166	0,4397
	II	0,2934	0,3242	0,2549	0,3242
	III	0,3935	0,3088	0,3319	0,3165
	Rata-rata	0,3319	0,2883	0,3345	0,3601
14	I	0,26261	0,24721	0,20871	0,23951
	II	0,29341	0,18561	0,23181	0,20871
	III	0,28571	0,26261	0,18561	0,13941
	Rata-rata	0,25058	0,23181	0,20871	0,19588
21	I	0,91714	0,50132	1,05574	0,95564
	II	0,95564	1,19435	1,22515	1,37916
	III	0,98644	1,00184	1,25595	0,88634
	Rata-rata	0,95307	0,89917	1,17895	1,07371
28	I	0,59373	0,60913	0,69383	0,87864
	II	0,56293	0,36272	0,51672	0,87864
	III	0,55523	0,44742	0,60913	0,92484
	Rata-rata	0,57063	0,47309	0,60656	0,89404
35	I	1,44846	0,92484	1,60247	1,14815
	II	1,10145	1,65637	0,43972	0,90174
	III	1,27135	1,48696	0,70923	1,14045
	Rata-rata	1,27392	1,35606	0,91714	1,06345