

**PENGARUH PEMBERIAN KEJUTAN SUHU PANAS
(HEAT SHOCK) YANG BERBEDA TERHADAP
LAJU PERTUMBUHAN BENIH LOBSTER AIR TAWAR
(*Cherax quadricarinatus*)**

**SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
BUDIDAYA PERAIRAN**

Oleh :
**DHIASIH SINTAKA
NIM. 0210850016**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG
2007**

**PENGARUH PEMBERIAN KEJUTAN SUHU PANAS
(HEAT SHOCK) YANG BERBEDA TERHADAP
LAJU PERTUMBUHAN BENIH LOBSTER AIR TAWAR
(*Cherax quadricarinatus*)**

Laporan Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Perikanan
Universitas Brawijaya

Oleh :

DHIASIH SINTAKA

0210850016

Dosen Penguji I

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)

Tanggal : _____

Dosen Penguji II

(Ir. PURWOHADIJANTO)

Tanggal : _____

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. AGOES SOEPRIJANTO, MS)

Tanggal : _____

Dosen Pembimbing II

(Ir. M. RASYID FADHOLI, Msi)

Tanggal : _____

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Ir. ABDUL QOID, MS)

Tanggal : _____

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penelitian dan laporan skripsi dengan Judul “ **Pengaruh Pemberian Kejutuan Suhu Panas (*heat shock*) terhadap Laju Pertumbuhan Benih Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)** “ dapat terselesaikan.

Laporan ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.

Dengan tersusunnya laporan skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bpk. Ir. Agoes Soeprijanto, MS., selaku Dosen Pembimbing I
2. Bpk. Ir. M. Rasyid Fadholi, Msi., selaku Dosen Pembimbing II
3. Bpk. Ir. Maheno Sri Widodo, MS., selaku Dosen Penguji I
4. Bpk. Ir. Purwohadijanto, selaku Dosen Penguji II

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu tidak menutup kemungkinan adanya saran dan kritik untuk menyempurnakan laporan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penyusunan laporan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan informasi bagi semua pihak yang memerlukan.

Malang, Maret 2007
Penulis

RINGKASAN

Dhiasih Sintaka Skripsi tentang "Pengaruh Pemberian Kejutan Suhu Panas (Heatshock) Yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Benih Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)" dibawah bimbingan **Ir. Agoes Soeprijanto, MS** dan **Ir. M. Rasyid Fadholi, MSi**.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang, selama 28 hari pada bulan Agustus sampai September 2006.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu panas terhadap laju pertumbuhan lobster air tawar. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 macam perlakuan kejutan suhu panas sebesar A (42°C); B (40°C); C (38°C); D (36°C) dan K sebagai kontrol dengan suhu media air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan pemberian kejutan suhu panas yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan sesaat lobster air tawar. Berdasarkan perhitungan statistik perlakuan kejutan suhu panas sebesar 36°C memberikan hasil yang terbaik yaitu sebesar 0,66363%/BW/Hari dari pertumbuhan normal, sedangkan pada kontrol sebesar 0,64107%/BW/Hari. Data kelulushidupan (SR) lobster air tawar pada semua perlakuan selama penelitian mencapai 91.67%.

Pengaruh pemberian kejutan suhu panas terhadap laju pertumbuhan sesaat lobster air tawar diperoleh hubungan linier dengan persamaan $Y=3,7705 - 0,0831X$, dengan korelasi sebesar 0,9521. Kualitas air tidak berpengaruh terhadap perlakuan

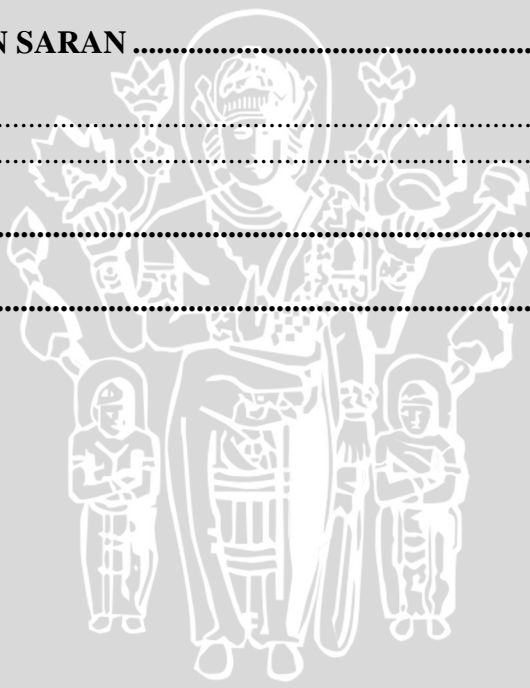
karena masih dalam kisaran yang optimal yaitu untuk suhu rata-rata berkisar antara 23,22°C sampai 23,24°C, pH rata-rata antara 7,45 sampai 7,55 dan oksigen terlarut rata-rata antara 5,03 sampai 5,10. Kualitas air tersebut masih dalam batas yang layak untuk kehidupan dalam pemeliharaan benih lobster air tawar.



DAFTAR ISI

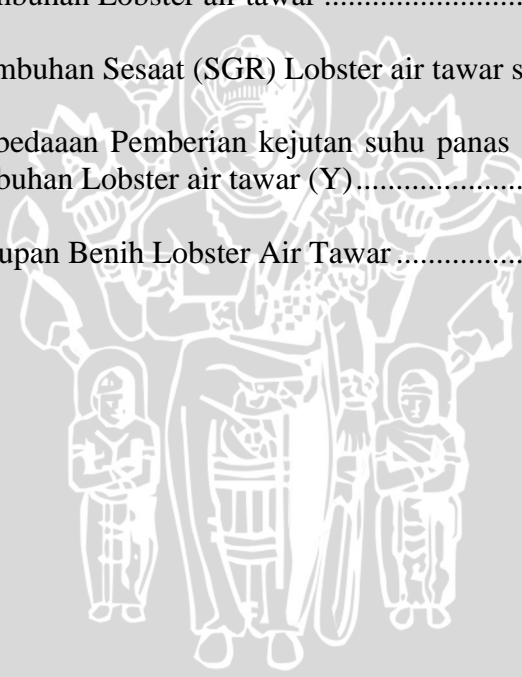
	Halaman
RINGKASAN	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biologi Lobster Air Tawar.....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Habitat dan Daerah penyebaran	7
2.2 Kualitas Air.....	7
2.3 Pertumbuhan	9
2.4 Molting.....	11
2.5 Kejutan Suhu terhadap Pertumbuhan.....	14
2.6 Mekanisme Hormon Stress	16
2.7 Heat Shock Protein.....	18
3. MATERI DAN METODE.....	21
3.1 Materi Penelitian.....	21
3.1.1 Hewan UJi.....	21
3.1.2 Media Hidup Lobster Air Tawar.....	21
3.1.3 Pakan.....	21
3.1.4 Alat dan Bahan.....	21
3.2 Metode dan Rancangan Penelitian.....	22
3.2.1 Metode Penelitian	22
3.2.2 Bentuk Rancangan Penelitian	22

3.3	Prosedur Penelitian	24
3.3.1	Persiapan Penelitian	24
3.3.2	Pelaksanaan Penelitian	24
3.3.3	Denah Penelitian	25
3.3.4	Parameter uji	25
3.4	Analisa Data	27
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Parameter Utama	28
4.1.1	Laju Pertumbuhan Sesaat	28
4.1.2	Kelulushidupan	35
4.2	Kualitas Air	38
4.2.1	Suhu	38
4.2.2	Derajat Keasaman (pH)	39
4.2.3	Oksigen Terlarut	40
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	43
	DAFTAR PUSTAKA	44
	LAMPIRAN	48



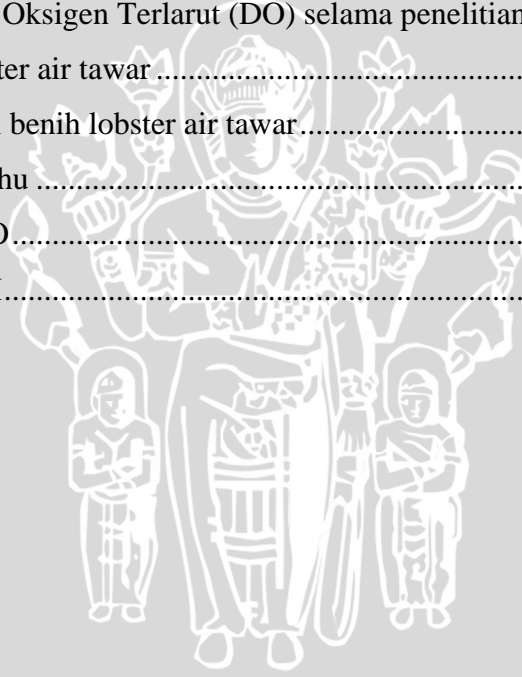
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Perubahan berat selama pertumbuhan pada Crustacea	12
2. Proses Molting pada Lobster Air Tawar	13
3. Skema Stress pada Crustacean	18
4. Mekanisme Interaksi HSP 70 dengan Protein	19
5. Denah Penelitian	23
6. Grafik rata-rata pertumbuhan Lobster air tawar	29
7. Histogram Laju Pertumbuhan Sesaat (SGR) Lobster air tawar selama penelitian	31
8. Hubungan antara perbedaan Pemberian kejutan suhu panas (heat shock) (X) terhadap laju pertumbuhan Lobster air tawar (Y)	35
9. Histogram Kelulushidupan Benih Lobster Air Tawar	37



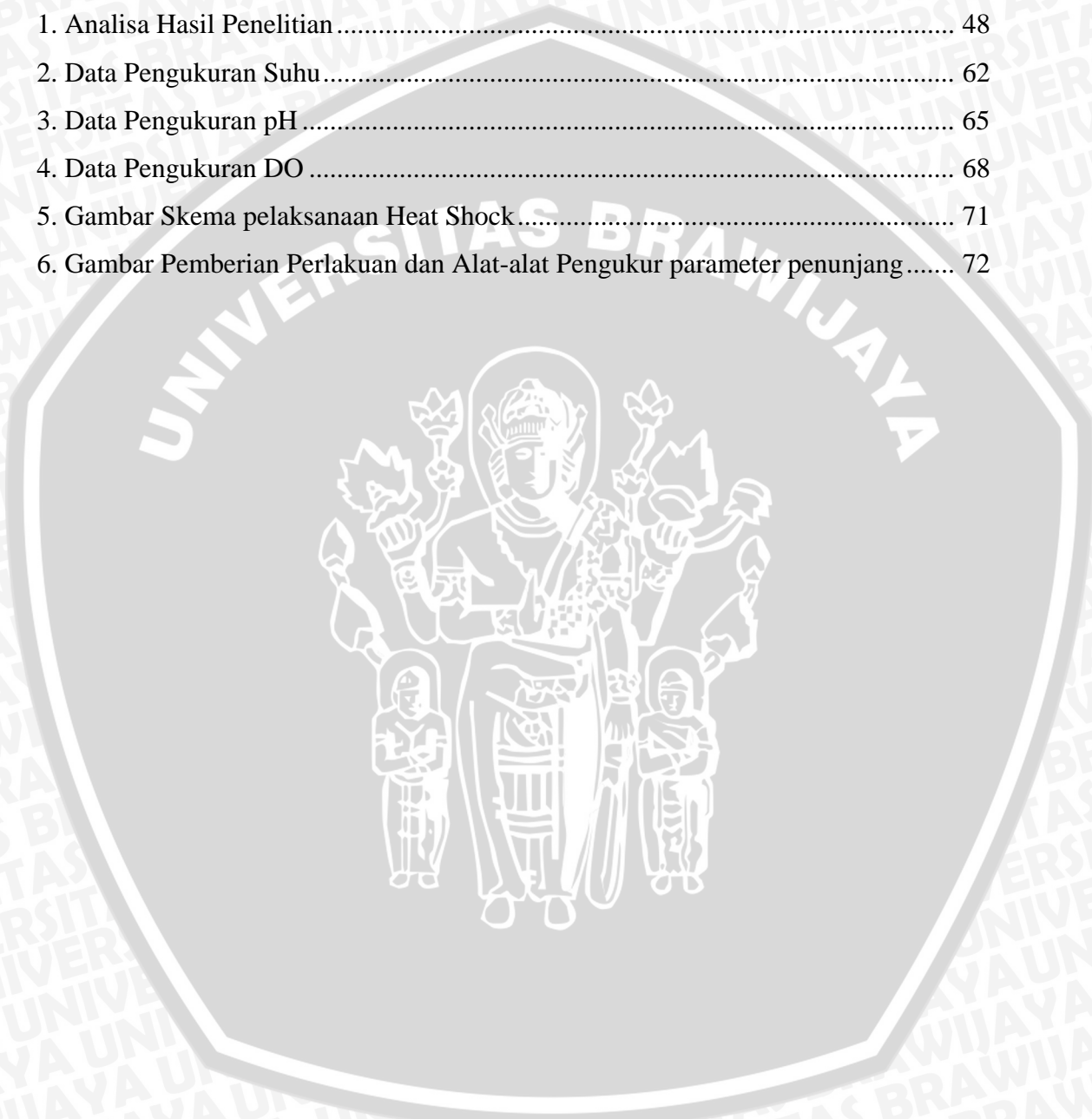
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Rata-rata berat benih lobster air tawar selama penelitian.....	28
2. Data Laju Pertumbuhan Sesaat (SGR) benih lobster air tawar.....	30
3. Analisa Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Sesaat (SGR) benih lobster air tawar ..	31
4. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).....	33
5. Data Kelulushidupan (SR) Benih lobster air tawar.....	36
6. Analisa Sidik Ragam Suhu Air Media selama Penelitian.....	38
7. Analisa Sidik Ragam pH Media selama Penelitian	39
8. Analisa Sidik Ragam Oksigen Terlarut (DO) selama penelitian.....	40
9. Data berat benih lobster air tawar	48
10. Data Kelulushidupan benih lobster air tawar.....	54
11. Data Pengamatan Suhu	55
12. Data Pengamatan DO.....	58
13. Data Pengamatan pH.....	61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisa Hasil Penelitian.....	48
2. Data Pengukuran Suhu.....	62
3. Data Pengukuran pH.....	65
4. Data Pengukuran DO.....	68
5. Gambar Skema pelaksanaan Heat Shock.....	71
6. Gambar Pemberian Perlakuan dan Alat-alat Pengukur parameter penunjang.....	72



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lobster termasuk dalam kelas udang-udangan, keberadaannya telah diketahui masyarakat dengan mengandalkan penangkapan dari laut. Selain lobster air laut sebenarnya terdapat banyak jenis lobster air tawar. Hingga kini belum banyak masyarakat yang mengenal dan menggeluti organisme ini, masyarakat lebih mengenal dengan lobster air laut. Ukuran dan bentuk lobster air laut memang mirip dengan lobster air tawar. Perbedaannya lobster air tawar dapat dibudidayakan sedangkan lobster air laut hingga kini belum mampu dibudidayakan. Permintaan pasar lobster air tawar didalam negeri maupun luar negeri cukup tinggi namun hingga kini belum mampu memenuhi kebutuhan. Salah satu penyebabnya masih sedikit pembudidaya ikan yang menggeluti lobster air tawar (Iskandar, 2003).

Keberadaan lobster air tawar di Indonesia dapat dikatakan suatu yang baru, komoditas ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan lobster air laut karena lobster air tawar mudah dibudidayakan dan mempunyai prospek usaha yang cerah.

Balai Budidaya Air Tawar Sukabumi sudah berhasil melakukan kegiatan domestikasi lobster air tawar yang berasal dari sungai Wamena Irian Jaya sampai dapat menghasilkan benih. Domestikasi merupakan kegiatan atau teknik yang bertujuan agar komoditas yang aslinya hidup, tumbuh, dan bereproduksi di habitat alam dapat dijadikan komoditas budidaya (Sukmajaya, 2003).

Lobster air tawar dapat dibudidayakan pada akuarium dan kolam dengan lahan yang relatif kecil. Kelebihan lain lobster air tawar adalah memiliki karakter yang tidak

mudah stress dan tidak mudah terserang penyakit. Asalkan kebutuhan pakan, kualitas air, dan kebutuhan oksigen terpenuhi maka lobster dapat tumbuh dan berkembang biak dengan cepat (Wiyanto, 2003).

Lobster air tawar merupakan salah satu genus dari famili Parastacidae yang mulai dikembangkan untuk budidaya petani ikan di Indonesia sejak tahun 2000 (Sukmajaya, 2003). Beberapa jenis lobster air tawar yang berhasil dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia diantaranya yaitu *Cherax destructor*, *Cherax quadricarinatus*, *Procambarus Claarkii* dan beberapa spesies lokal asal Irian dari genus *Cherax*. *Cherax quadricarinatus* merupakan jenis lobster air tawar yang paling banyak dibudidayakan karena dapat dibudidayakan pada akuarium dan kolam dengan lahan seminimal mungkin. Selain itu lobster air tawar ini memiliki karakter yang tidak mudah stress dan tidak mudah terserang penyakit, pemakan tumbuhan sekaligus hewan (omnivora), pertumbuhannya relatif cepat, serta memiliki daya bertelur tinggi (Iskandar, 2003).

1.2 Identifikasi Masalah

Permintaan pasar lobster air tawar dalam negeri cukup tinggi, namun produksi domestiknya belum dapat memenuhi kebutuhan pasar tersebut. Hal ini disebabkan karena belum banyak petani yang melakukan budidaya lobster air tawar. Tingginya permintaan lobster air tawar berhubungan dengan tujuan jenis tersebut dibudidayakan, yakni untuk dikonsumsi dan hias. Harga lobster air tawar di pasaran dalam negeri relatif masih tinggi hal ini terkait dengan masih rendahnya hasil produksi lobster air tawar oleh petani dalam negeri (Iskandar, 2003).

Untuk mempertinggi produksi lobster air tawar tersebut diperlukan upaya untuk mempercepat penyediaan benih-benih lobster air tawar yang berkualitas dalam hal

pertumbuhannya. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk mempercepat pertumbuhan lobster air tawar sehingga pembudidayanya memperoleh keuntungan yang lebih besar dengan biaya dan waktu proses produksi yang lebih singkat. Lobster air tawar akan menjadi mahal jika memiliki ukuran besar dan kualitas yang baik sesuai dengan standar mutu yang telah ada dan diperlukan waktu yang singkat agar dapat memenuhi permintaan pasar.

Selama ini kejutan suhu panas (heat shock) telah dilakukan pada katak dan ikan. Kejutan suhu panas (heat sock) tersebut telah mampu meningkatkan laju pertumbuhan sesaat (SGR) katak dan ikan. Pemberian kejutan suhu panas pada lobster air tawar ini merupakan penelitian yang pertama pada Crustacean yang merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan laju pertumbuhannya. Dengan pemakaian suhu yang berbeda melalui penelitian pendahuluan diharapkan pemberian kejutan suhu panas ini dapat memacu pertumbuhan lobster air tawar.

1.3 Tujuan

Penelitian pemberian kejutan suhu panas yang berbeda ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu panas (heat shock) terhadap pertumbuhan crustacean dalam hal ini benih lobster air tawar.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian pemberian kejutan suhu panas ini dilakukan sebagai alternatif yang dapat dilakukan dalam upaya peningkatan kecepatan pertumbuhan lobster air tawar.

1.5 Hipotesis

H₀: pemberian kejutan suhu panas yang berbeda tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan lobster air tawar

H₁: pemberian kejutan suhu panas yang berbeda berpengaruh terhadap laju pertumbuhan lobster air tawar.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Reproduksi Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Agustus sampai September 2006.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Lobster Air Tawar

2.1.1 Klasifikasi dan morfologi

Menurut Wiyanto dan Rudi (2003), Genus *Cherax* memiliki sistematika sebagai berikut :

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Sub kelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Famili	: Parastacidae
Genus	: <i>Cherax</i>
Spesies	: <i>Cherax quadricarinatus</i>

Cherax quadricarinatus dikenal dengan sebutan *Red claw*. Disebut *red claw* karena lobster air tawar dewasa jenis ini capit bagian luarnya mempunyai warna merah, khususnya pada yang jantan. Lobster air tawar dengan warna dasar hijau-coklat ini, di daerah asalnya merupakan makanan penduduk setempat. *Cherax quadricarinatus* sangat mudah dibedakan dari jenis *cherax* lainnya. Hal ini dicirikan dalam nama latinnya yaitu *quadricarinatus* yang artinya mempunyai empat buah lunas (*quadri*=empat, *carinatus* = *carinae*, bentukan menyerupai lunas) (Anonymous, 2004).

Tubuh lobster air tawar terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan terdiri dari kepala dan dada yang disebut *cephalothorax*. Sementara bagian belakang terdiri dari badan dan ekor yang disebut *abdomen*. Kepala ditutupi oleh kulit atau cangkang kepala

(carapace). Carapace ini berperan dalam melindungi organ tubuh, seperti otak, insang, hati, dan lambung.

Carapace berbahan zat tanduk atau kitin yang tebal dan merupakan nitrogen polisakarida yang disekresikan oleh kulit epidermis dan dapat mengelupas saat terjadinya pergantian cangkang tubuh (moulting).

Kelopak bagian depan disebut rostrum atau cucuk kepala. Bentuknya meruncing dan bergerigi. Kepala lobster terdiri atas enam bagian ruas. Pada ruas pertama terdapat sepasang mata yang bertangkai dan bisa digerak-gerakkan. Pada ruas kedua dan ketiga terdapat sepasang sungut kecil (antennula) dan sungut besar (antenna). Untuk ruas keempat, kelima, dan keenam terdapat rahang bawah (mandibulla), rahang atas (maxilla I) dan maxilla II. Ketiga bagian ini berfungsi sebagai alat makan. Di bagian kepala terdapat lima pasang kaki (periopod). Kaki pertama, kedua, ketiga mengalami perubahan bentuk dan fungsi menjadi capit (chela). Capit pertama berfungsi sebagai senjata untuk menghadapi lawan. Kadang kala capit tersebut juga digunakan untuk menangkap mangsa yang bergerak lebih cepat. Capit kedua dan ketiga digunakan sebagai alat yang berfungsi seperti tangan, yaitu menyuapi mulut ketika makan. Sementara dua pasang kaki lainnya digunakan sebagai alat untuk bergerak atau sebagai kaki jalan (walking legs).

Di bagian abdomen terdapat empat pasang kaki renang yang terletak di masing-masing ruas. Kaki-kaki tersebut berfungsi sebagai kaki renang (swimming legs). Sementara bagian ekor terdiri dari dua bagian yaitu ekor kipas (uropoda) dan ujung ekor (telson) (Wiyanto, 2003).

Lobster air tawar merupakan spesies dimorfis, yakni terdiri dari jenis kelamin jantan dan betina. Jenis kelamin jantan dan betina dapat dibedakan secara pasti jika telah

berumur dua bulan dengan panjang total rata-rata lima sampai tujuh centimeter. Ciri-ciri primer pembeda jenis kelamin calon induk lobster air tawar adalah bentuk tertentu yang terletak ditangkai jalan dan ukuran capit. Sementara itu ciri-ciri sekunder yang dapat dilihat secara visual adalah kecerahan warna tubuhnya (Iskandar, 2003).

2.1.2 Habitat dan daerah penyebarannya

Pada dasarnya lobster air tawar terdiri dari tiga keluarga besar yaitu Astacidae, Cambaridae dan Parastacidae. Secara alami keluarga lobster air tawar tersebut menyebar hampir di semua benua kecuali Afrika dan Antartika, meskipun di kedua benua tersebut pernah ditemukan fosilnya. Keluarga Astacidae banyak ditemukan di perairan bagian barat Rocky Mountains di barat laut Amerika Serikat sampai Kolombia, Kanada, dan juga di Eropa. Keluarga Cambaridae banyak ditemukan di bagian timur Amerika Serikat (80 % dari jumlah spesies) dan bagian selatan Meksiko, Selandia Baru, Amerika Selatan, dan Madagaskar. Di Indonesia terutama di perairan Jayawijaya, Papua, juga hidup beberapa spesies dari keluarga Parastacidae (Wiyanto, 2003).

Habitat alam lobster air tawar adalah danau, rawa, atau sungai yang berlokasi di daerah pegunungan. Di samping itu diketahui bahwa lobster air tawar bersifat endemik karena terdapat spesifikasi pada spesies lobster air tawar yang ditemukan di habitat alam tertentu (Wiyanto, 2003)

2.2 Kualitas air

Menurut Wiyanto (2003), beberapa faktor penentu kualitas air pemeliharaan lobster antara lain kadar keasaman (pH), suhu, kandungan oksigen terlarut (O_2), serta kandungan karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya.

a. Kadar keasaman (pH)

Kadar keasaman (pH) sangat menentukan kehidupan lobster di dalam air. Kadar keasaman (*pondus hydrogenii* = pH) merupakan ukuran volume hidrogen di dalam air. Air tanah di setiap daerah di Indonesia umumnya memiliki pH 5-6,8. Untuk itu, jika ingin digunakan dalam memelihara lobster air tawar sebaiknya dilakukan perlakuan khusus seperti didiamkan, diuapkan, atau ditambahkan aquades agar kadar keasamannya sesuai dengan yang diinginkan lobster, yaitu berkisar pH 7-8.

b. Suhu

Umumnya lobster air tawar menyukai air dengan suhu sekitar 19-25°C. jika kondisi air terlalu dingin, suhu air tersebut dapat dinaikkan dengan cara memasang alat pemanas (heater) (Wiyanto, 2003). Menurut Sumeru (1992), Suhu dapat berpengaruh langsung mematikan terhadap kehidupan organisme air. Suhu juga dapat secara tidak langsung mempengaruhi metabolisme, daya larut gas-gas, termasuk oksigen serta berbagai reaksi kimia dalam air. Semakin tinggi suhu air, semakin tinggi pula laju metabolisme yang berarti semakin besar konsumsi oksigennya.

c. Kandungan oksigen (O₂) terlarut

Jumlah oksigen di dalam air jauh lebih sedikit dibandingkan dengan yang berada di udara, bahkan lebih banyak sepuluh kali lipat di udara. Untuk itu, makhluk hidup di dalam air, termasuk lobster air tawar sangat membutuhkan kreativitas para pemelihara agar kebutuhan oksigen terpenuhi. Oksigen dibutuhkan oleh lobster air tawar untuk bernafas. Kebutuhan oksigen terlarut dalam air yang diinginkan lobster mencapai 7 ppm.

Agar kandungan oksigen di dalam air cukup dan stabil sebaiknya di dalam akuarium dipasang aerator. Alat ini berfungsi untuk menyuplai oksigen dari udara ke dalam air sehingga kualitas air tetap terjaga.

d. Kandungan karbondioksida (CO₂) dan gas lain

Adanya karbondioksida di dalam air akuarium adalah akibat hasil buangan (sekresi) lobster air tawar. Dalam jumlah tertentu kadar CO₂ di dalam air dapat menjadi racun sehingga jika dibiarkan akan membunuh lobster. Lobster air tawar masih bisa hidup normal pada kadar CO₂ kurang dari 10 mg/liter air.

Gas lainnya yang cepat larut di dalam air adalah hidrogen sulfida (H₂S) dan NH₃. Keduanya menyebabkan bau busuk yang sangat menyengat dan beracun bagi lobster air tawar. Gas ini merupakan hasil penguraian bahan organik, terutama protein.

2.3 Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan suatu proses fisiologis yang cukup kompleks yang meliputi beragam proses fisiologis lainnya. Proses pertumbuhan diperkirakan dapat terjadi karena adanya bahan untuk membangun suatu struktur atau organ dan energi bagi proses pembangunannya (Djojosoebagio, 1996). Menurut Effendie (1997) pertumbuhan merupakan proses biologis yang kompleks dimana banyak faktor yang mempengaruhi, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan adalah faktor-faktor luar dan dalam. Faktor dalam umumnya adalah faktor yang sukar dikontrol, diantaranya keturunan, seks, umur, parasit dan penyakit, sedangkan faktor luar yang utama yang mempengaruhi pertumbuhan antara lain makanan dan suhu perairan.

Fujaya (2004) menjelaskan bahwa pertumbuhan adalah penambahan ukuran, baik panjang maupun berat. Pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor genetik, hormon dan lingkungan. Meskipun secara umum faktor lingkungan yang memegang peranan sangat penting adalah zat hara dan suhu lingkungan, namun di daerah tropis zat hara lebih penting dibanding suhu lingkungan.

Makanan termasuk salah satu substansi kimia pemacu pertumbuhan dan hormon memberikan peranan sentral dalam pertumbuhan ikan. Ada tiga tipe hormon yang memacu laju pertumbuhan ikan, baik secara sendirian maupun secara kombinasi, yaitu hormon-hormon pertumbuhan, hormon steroid anabolik dan hormon tiroid (Highnam *and* Hill, 1969).

Hormon pertumbuhan dapat menyebabkan pertumbuhan dari semua jaringan tubuh yang dapat tumbuh dengan menambah besar sel serta mitosis sehingga jumlah sel bertambah. Fungsi fisiologis dari hormon ini antara lain adalah mempengaruhi proses metabolisme yang menyebabkan pertambahan kecepatan pembentukan protein, berkurangnya kecepatan penggunaan karbohidrat serta peningkatan metabolisme dan penggunaan lemak (Effendi, 1981).

Menurut Guyton (1989) kecepatan sekresi hormon pertumbuhan meningkat dan mengalami penurunan terkait hubungannya dengan nutrisi dan stress. Faktor terpenting yang mengatur sekresi hormon pertumbuhan ini adalah kadar protein sel. Untuk menjaga kadar pertumbuhan dalam tubuh, hormon ini bekerja secara umpan balik. Bila jaringan terjadi malnutrisi, khususnya dari nutrisi protein, maka hormon ini akan disekresi dalam jumlah yang besar. Sekresi hormon pertumbuhan ini akan meningkatkan sintesis protein baru. Efek lain yang ditimbulkan oleh hormon pertumbuhan terjadi pada mobilisasi lemak dan penggunaan asam lemak seluler untuk energi.

Pada Crustacea, seperti pada Insecta, molting adalah bagian dari mekanisme pertumbuhan. Perubahan dalam bentuk dan peningkatan ukuran hanya dapat terjadi ketika lapisan keras eksoskeleton dilepaskan. Lobster akan terus tumbuh dan molting sampai mati (Highnam *and* Hill, 1969). Dalam hal pengendalian hormon pergantian kulit, Crustacea berbeda dengan insekta (John dan Crothers, 1985). Pada proses ini,

lapisan bagian dalam dari kulit yang tua ditutupi oleh suatu cairan pergantian kulit yang dikeluarkan oleh sel epidermal dan kulit yang baru akan mengeras (Anonymous, 2005). Organ Y (sel yang berada di maksila) berfungsi mempercepat ekdisis (tahap penyerapan air). Organ X (sinus gland yang berada di tangkai mata) berfungsi menghambat ekdisis (John dan Crothers, 1985). Organ Y yang terdiri atas jalur sel ektoderm yang berdifusi pada dasar otot besar mandibula, merupakan kelenjar endokrin yang menghasilkan ekdisin (hormon pergantian kulit) yang menyebabkan pergantian kulit. Sekarang, ekdisin diperkirakan terlibat dalam pengaturan pergantian kulit yang mencegah sekresi hormon pergantian kulit (ekdisin) oleh organ Y (Ville, 1988).

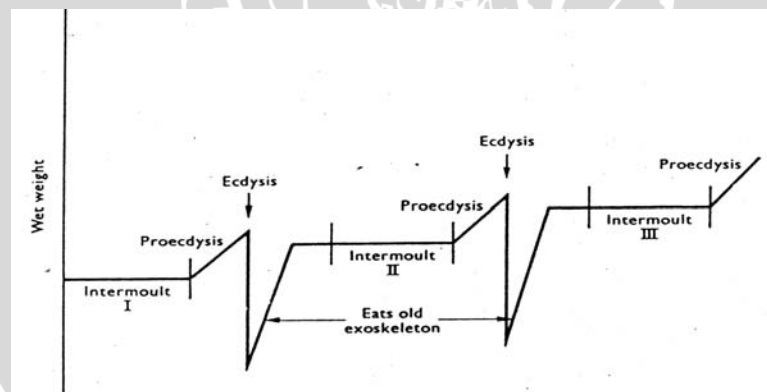
2.4 Molting

Dalam kehidupan udang terdapat dua kegiatan utama, yaitu ganti kulit dan persiapan ganti kulit (Hadie dan Hadie, 2002). Molting merupakan proses penting bagi crayfish dan lobster, juga pada semua arthropoda. Molting adalah kebutuhan untuk melengkapi penambahan ukuran hewan tersebut (Elliot, 1957).

Udang yang hendak berganti kulit biasanya malas makan dan bergerak (Hadie dan Hadie, 2002). Pertumbuhan dapat terjadi di bawah eksoskeleton kerasnya, meskipun berjumlah kecil. Hanya saja sebelum proses molting itu dimulai, beberapa zat kapur berkurang dalam eksoskeleton sedikit demi sedikit. Kemudian secara serentak, sebuah skeleton baru terbentuk di bawahnya, muncul dari bagian epithelium yaitu hypodermis. Kemudian otot dan tubuhnya yang besar menyusut mengecil dan skeleton yang lama keluar dari bagian dorsal, diantara abdomen dan carapace-nya. Hewan tersebut akan mundur secara pelan, meninggalkan replikanya untuk melengkapi semua bagian tubuhnya secara sempurna kecuali pada tubuh aslinya. Pergantian ini dilakukan dengan

sangat teliti, rata sampai segi-segi dari matanya, dan termasuk bagian lapisan perut (Elliot, 1957).

Highnam *and* Hill (1969) berpendapat bahwa perubahan bentuk dan peningkatan ukuran tidak hanya terjadi ketika penumpukan kandungan zat kapur pada eksoskeleton dan sebelum kutikel baru mengeras. Periode ecdisis merupakan pemisahan kutikula tua melalui perluasan kulit baru yang disempurnakan dengan air melalui pencernaannya. Peningkatan ukuran dan berat Crustacea selama ecdisis bukan hal yang mendasari pertumbuhan. Hal ini harus digambarkan sebagai peningkatan berat kering yang terjadi antar periode molting, ketika air yang diserap secara berangsur-angsur digantikan oleh protein. Oleh karena itu ecdisis merupakan peningkatan total dari ukuran dan berat yang dengan jelas berlangsung terus pada crustacea, pertumbuhan pada dirinya sendiri adalah suatu proses yang berlanjut (Gambar 1).

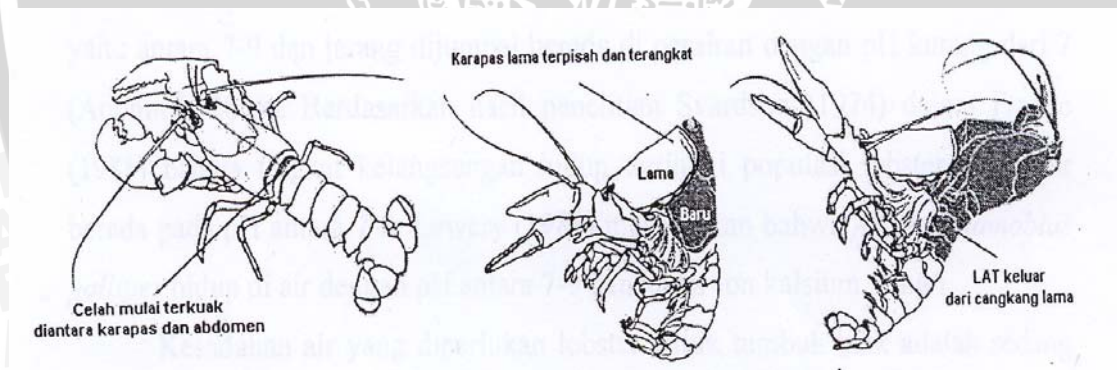


Gambar 1. Perubahan berat selama pertumbuhan pada Crustacea (Highnam and Hill, 1969).

Highnam *and* Hill (1969) juga membagi siklus molting dalam empat tahapan yaitu;

1. Proecdysis

Tahapan ini merupakan tahap awal molting. Proekdisis ditandai dengan pengaktifan dari sel epidermis dan hepatopankreas. Sel epidermis akan memisahkan diri dari kutikula tua, proses ini disebut *apolysis*, dan kemudian memisah. Setelah itu, sel epidermis mulai mengeluarkan eksoskeleton yang baru. Pada waktu yang sama, kalsium yang dipindahkan dari kulit yang lama, menghasilkan darah yang mengandung kalsium dengan konsentrasi yang meningkat. Selama proses ini berlangsung, udang akan berhenti makan dan menjadi inaktif. Kebutuhan energinya selanjutnya diambil alih oleh hepatopankreas yang akan mensuplai energi selama proses tersebut berlangsung. Pemisahan kulit yang tua menandai berakhirnya tahap proekdisis (gambar 2).



Gambar 2. Proses Molting pada Lobster air tawar (Anonymous, 2007)

2. Ekdisis

Tahapan ini waktunya pendek dimulai setelah kulit yang lama lepas. Terjadi penyerapan air secara cepat. Pada tahap ini udang masih tidak makan.

3. Metekdisis

Tahapan ini dimulai ketika udang baru saja molting, eksoskeletonnya masih lunak dan penyerapan air terus berlanjut secara meluas. Pengeluaran mineral dimulai pada eksokutikula, dan kemudian endokutikula. Lobster air tawar melakukan pemindahan mineral kalsium dari gastrolith ke kutikula barunya sebagai bahan kerangka luar.

Mula-mula udang tidak makan, berlanjut sampai menggunakan cadangan makannya di dalam hepatopankreas. Tapi sampai akhir tahap metekdisis, udang mulai makan lagi. Pada tahap ini, eksoskeleton sudah diproduksi secara lengkap dan terjadi pertumbuhan jaringan yang menggantikan air yang diserap. Protein dan DNA mengisi kekeringan akibat kehilangan air tersebut.

4. Intermolting

Pada tahap ini pembentukan cangkang dan pertumbuhan jaringan telah lengkap, tapi kebutuhan makanan dan metabolisme masih berlanjut yang disimpan dalam hepatopankreas. Lipid merupakan cadangan utama makanan, tapi terdapat juga beberapa glikogen dan protein yang disimpan. (Highnam and Hill, 1969).

2.5 Kejutan suhu terhadap Pertumbuhan

Suhu tubuh Crustacea air hampir sama dengan lingkungannya. Di daratan perbedaan suhu sangat besar dan toleransinya juga besar. Anonymous (2007) meneliti rekasi Crustacea pada peningkatan suhu air dan mendapatkan Crustacean pada temperatur diatas 43°C tidak dapat bertahan hidup. Hal ini sama seperti *Uca signatus* dan *U. consobrinus* yang dapat bertahan hidup pada suhu 42°C, sementara *Sesarma bataviana*, yang hidup di dasar perairan pantai mati pada suhu sekitar 40°C. *Uca*

pugilator mati setelah 30 menit pada suhu 39°C dan setelah 9 menit pada suhu 46°C. Beberapa kepiting semiterrestrial dapat menyesuaikan diri dalam hal ini: *Emerita talpoida* memiliki titik suhu mati 10°C lebih tinggi pada musim panas daripada saat musim dingin (Waterman, 1960). Beberapa faktor stress misalnya peningkatan suhu air yang mendadak yang dapat meningkatkan kecepatan metabolisme ikan (Zonneveld, 1991). Suhu sangat erat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan ikan, secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu sampai batas tertentu yang mempengaruhi sifat-sifat fisika-kimia perairan maupun fisiologi ikan. Toleransi ikan terhadap suhu akan tergantung pada spesies ikan, tahap perkembangan, oksigen terlarut. Perubahan suhu akan mempengaruhi kecepatan metabolisme (Hariati, 1989).

Laju metabolisme dipengaruhi oleh faktor abiotik dan biotik. Karena, proses metabolisme membutuhkan energi, sedangkan penyaringan energi dari makanan membutuhkan oksigen maka laju metabolisme dapat diduga dari laju konsumsi oksigen. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur, oksigen dan aktivitas, paling besar pengaruhnya terhadap metabolisme. Peningkatan suhu 10°C menyebabkan peningkatan metabolisme 5-3 kali (Fujaya, 2004). Tidak seperti sinar atau variabel lingkungan lain, suhu dapat mempengaruhi baik molting maupun proses kontrol molting. Pengaruh langsung maupun tidak langsung terjadi. Crustacea yang menunjukkan peningkatan aktivitas molting dengan suhu yang lebih tinggi menandakan bahwa metabolisme hewan secara umum berubah. *Eyestalk* penyebab ekstirpasi ecdysis telah diteliti menjadi lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Hal ini, pengaruh suhu pada semua molting mungkin mempengaruhi tidak hanya pada awal molting tetapi juga lamanya siklus molting setiap kalinya (Waterman, 1960).

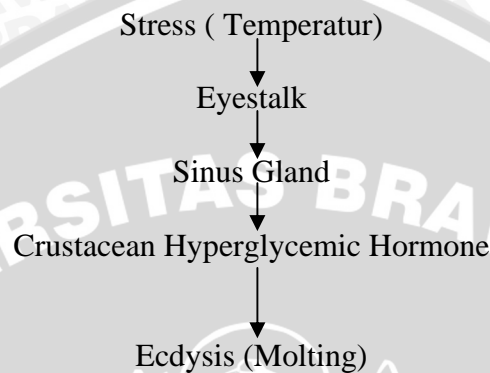
2.6 Mekanisme Hormon Stress

Organisme dalam habitat alam harus sering merespon pada perubahan dalam lingkungan mereka melalui bermacam-macam mekanisme fisiologis (Anonymous, 2006). Respon stress terjadi pada semua hewan ketika pengaturan sistem fisiologis diperluas melebihi kemampuan normal oleh eksternal stressor. Kegagalan dari semua bagian dari integrasi respon homeostatis bisa menuntun pada peningkatan kerusakan fisiologis dan pada akhirnya mati (Paterson and Spanoghe, 1997). Pemberian kejutan suhu panas ataupun pemindahan lobster air tawar pada lingkungan dengan perubahan suhu yang mendadak diduga dapat menjadi sumber rangsangan luar yang dapat menyebabkan kelenjar sinus untuk memproduksi dan mengeluarkan hormon ke dalam plasma darah. Menurut Ville (1988) bahwa hormon tiroksin dan hormon pertumbuhan mempengaruhi keadaan metabolisme dari semua sel tubuh. Pertumbuhan crustasea ada hubungannya dengan ganti kulit. Crustasea harus melakukan pergantian kulit eksoskeleton pada waktu tertentu untuk pertumbuhannya (Anonymous, 2005). Lobster akan terus tumbuh dan molting sampai mati (Highnam and Hill, 1969). Dalam hal pengendalian hormon pergantian kulit, crustasea berbeda dengan insekta (John dan Crothers, 1985). Pada proses ini, lapisan bagian dalam dari kulit yang tua diserap oleh suatu cairan pergantian kulit yang dikeluarkan oleh sel epidermal dan kulit yang baru akan mengeras (Anonymous, 2005). Organ Y (sel yang berada di maksila) berfungsi mempercepat ekdisis. Organ X (kelenjar sinus yang berada di tangkai mata) berfungsi menghambat ekdisis (John dan Crothers, 1985). Organ Y yang terdiri atas jalur sel ektoderm yang berdifusi pada dasar otot besar mandibula, merupakan kelenjar endokrin yang menghasilkan ekdisin yang menyebabkan pergantian kulit. Sekarang, ekdisin

diperkirakan terlibat dalam pengaturan pergantian kulit yang mencegah sekresi hormon pergantian kulit (ekdison) oleh organ Y (Ville, 1988).

Temperatur memiliki pengaruh besar pada pertumbuhan dan biologi lobster. Pertumbuhan dalam panjang dicapai dengan pergantian secara lengkap dari bagian keras selama molting. Pada saat molting, otot-otot menjadi lebih padat dan lobster tumbuh. Akhirnya, lobster berhenti makan untuk menyiapkan molting berikutnya. Kalsium dari kulit lama diserap kembali dan disusun kembali dalam jaringan lunak. Kulit lunak dan fleksibel yang baru diletakkan dibawah kulit lama. Kulit baru ini dilengkapi dengan semua detail, termasuk bagian belakang, rambut dan bulu, sebaik struktur internal. Kulit lama robek dan sekali lobster meninggalkan kulit lama, lobster minum air dan menggunakan semacam sistem cairan hidraulik untuk memompa jaringan lunaknya untuk memenuhi kulit baru. Pertumbuhan baru ini dapat mencapai peningkatan berat badan sebanyak 20 persen, dan walaupun membutuhkan waktu sekitar 15 menit untuk lobster melepas kulit lamanya, prosesnya membutuhkan banyak energi. Kulit yang lama, kaya akan kalsium dan mineral-mineral lain, dimakan oleh lobster untuk mengolah mineral kembali dan secara cepat mengeraskan kulit baru. Molting penuh dengan stress tetapi merupakan proses biologis penting dimana setiap lobster yang sehat harus menjalaninya dari waktu ke waktu, dan hormon yang dihasilkan oleh sistem endokrin membantu mengatur bermacam aspek dari siklus hidup. Beberapa hormon, termasuk ecdysteroid dan Crustacean Hyperglycemic Hormone (CHH) dihasilkan untuk mengatur molting (Anonymous, 2006). Pada Crustacean, peningkatan sirkulasi Crustacean Hyperglycemic Hormone (CHH) dan Hyperglycemia terjadi mengikuti beberapa stress lingkungan (Durand et al., 2000; Lorenzon et al., 1997; 2002; Santos et al., 2001).

Chang et al., (1998) meneliti bahwa tingginya suhu secara signifikan meningkatkan jumlah Crustacean Hyperglycemic Hormone (CHH) dalam hemolymph juvenile lobster. CHH adalah family dari neuropeptida yang mengatur metabolisme glukosa. (Gambar 3).



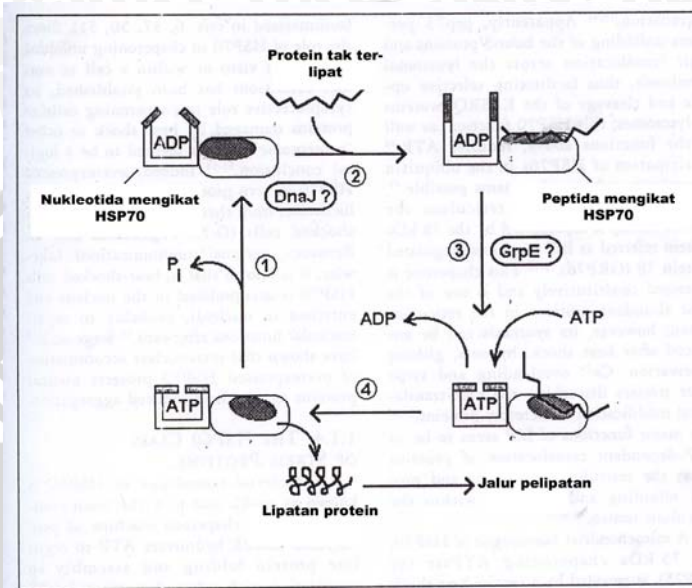
Gambar 3. Skema Stress pada Crustacean (Anonymous, 2006)

Crustacean Hyperglycemic Hormone secara awal diidentifikasi dalam kepiting untuk kemampuannya meningkatkan level glukosa darah dan baru-baru ini diimplikasikan dalam pengaturan ecdysis dalam kepiting sebaik memiliki peran dalam pengaturan air dan pH (Anonymous, 2006).

2.7 Heat Shock Protein

Kabakov and Gabai (1997) menjelaskan bahwa kemampuan suatu sel untuk bereaksi secara cepat dan cukup terhadap stress membentuk suatu aktifitas gen khusus yang kemudian hasil dari suatu transkripsi gen tersebut di tunjukkan sebagai heat-shock proteins (HSPs) atau stress protein. Dalam sebuah sel tanpa stress, ekspresi HSPs mengatur pelipatan protein, translokasi protein melalui membran, pemasangan dan pembongkaran oligomer protein, degradasi protein dll. Lebih jauh, sebagai molekul penghantar, HSPs mampu menghindari interaksi inter- dan intra protein yang tidak diinginkan, hal ini melindungi polipeptida takterlipat atau belum matang dari agregasi

dan salah lipat. Sejak pemanasan menyebabkan protein-protein sel mengalami agregasi dan tak terlipat, tidak ada keraguan fungsi pengantar yang sama dari HSPs juga menjelaskan thermoresistan pada sel (Gambar 4).



Gambar 4. Mekanisme interaksi HSP70 dengan protein (Kabakov and Gabai, 1997)

Secara jelas, peran respon heat shock berada dalam stimulasi sintesis HSP, beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dalam level sel HSPs memberikan toleransi suhu. Penjelasan dari fenomena toleransi suhu didasarkan pada 2 pernyataan berikut ini: (1) Pemanasan merusak protein sel yang menggerakkan ekspresi gen heat shock diikuti sintesis dan akumulasi HSPs; (2) Kelebihan HSPs melindungi protein sel dari agregasi dan takterlipat dibawah pengulangan suhu dan memfasilitasi pelipatan kembali, disagregasi dan/atau degradasi dari protein denaturasi-panas selama perbaikan sel. Hal ini menjelaskan bagaimana sel dapat bertahan selama pemanasan ekstrim dan memulihkan fungsi vitalnya kemudian. Interaksi HSP 70 dengan protein tidak matang atau tidak terlipat (denaturasi) terjadi melalui K^+ , yang tergantung pada mekanisme siklus ATP yaitu: (1) ketika aksi penghantaran dilengkapi, HSP 70 mengikat ATP untuk

lepas dari protein terlipat dan hidrolisis ATP terjadi; (2) Bentuk HSP 70-ADP kompleks secara aktif mengikat substrat baru (polipeptida tak terlipat); (3) setelah pelipatan dari ikatan polipeptida, molekul baru dari ATP menggantikan ADP untuk dihidrolisis oleh HSP 70 mengikuti K^+ yang tergantung pada penguraian protein penghantar kompleks (Kabakov and Gabai, 1997).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Hewan uji (Lobster air tawar)

Hewan uji yang akan digunakan dalam penelitian Pemberian Kejutuan Suhu Panas ini adalah benih lobster air tawar dengan ukuran 4-5 cm yang berasal dari satu indukan. Benih lobster air tawar yang akan digunakan dalam penelitian ini diadaptasikan dalam lingkungan hidup yang baru, benih lobster air tawar yang akan dipergunakan sebanyak 75 ekor.

3.1.2 Media Hidup Lobster air tawar

Media hidup lobster air tawar yang akan dipergunakan dalam penelitian adalah air yang berasal dari air tanah. Air tersebut ditempatkan pada bak-bak plastik yang bervolume 10 liter. Media hidup ini diupayakan selalu dalam keadaan optimum untuk kehidupan lobster air tawar sebagai hewan uji, yaitu dengan pergantian air setiap akan diberi pakan.

3.1.3 Pakan

Bentuk pakan yang akan diberikan adalah berbentuk pellet dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak dua kali sehari, yaitu pada pukul 08.00 dan 16.00.

3.1.4 Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian pemberian kejutuan suhu panas terhadap laju pertumbuhan lobster air tawar adalah sebagai berikut:

- 15 bak plastik yang masing-masing bervolume 10 liter
- Timbangan analitik
- Heater
- Termometer
- Saringan plastik
- pH meter, DO meter
- Selang plastik, yang akan digunakan untuk penyiponan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian antara lain:

- Benih lobster air tawar yang berukuran 4-5 cm sebanyak 75 ekor
- Pakan buatan yang berbentuk pellet

3.2 Metode dan Rancangan Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Penelitian pemberian kejutan suhu panas yang akan dilakukan menggunakan metode penelitian eksperimen. Menurut Suhadi (2003) menyatakan bahwa rancangan penelitian digunakan sebagai dasar oleh peneliti yang berhubungan dengan bagaimana subjek penelitian dipilih untuk kelompok eksperimen dan kontrol, cara variabel-variabel dimanipulasi dan dikendalikan, bagaimana melakukan observasi, dan untuk menetapkan jenis analisis statistik yang digunakan untuk menginterpretasikan data yang menyatakan hubungan antar variabel.

3.2.2 Bentuk Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan acak lengkap (RAL) perlakuan diatur dengan pengacakan

secara lengkap sehingga setiap satuan percobaan memiliki peluang yang sama untuk mendapat setiap perlakuan. Untuk RAL, setiap perbedaan di antara satuan percobaan yang mendapat perlakuan yang sama dinyatakan sebagai galat percobaan. Disini, RAL hanya cocok bagi percobaan dengan satuan percobaan yang homogen, seperti percobaan di laboratorium tempat pengaruh lingkungan secara nisbi lebih mudah dikenakan (Gomez, 1995). Adapun model matematika dari Rancangan Acak lengkap adalah :

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

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

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

dengan:

Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke i ulangan ke j

μ = nilai tengah umum

τ_i = pengaruh perlakuan ke i

ε_{ij} = pengaruh acak (kesalahan percobaan) pada perlakuan ke i ulangan ke j

t = banyaknya perlakuan

n = banyaknya ulangan

Sebelum dilakukan penelitian telah dilakukan Studi Pendahuluan untuk mengetahui suhu tertinggi yang masih dapat ditoleransi oleh lobster air tawar. Dari hasil studi pendahuluan tersebut diperoleh suhu tertinggi tersebut yang masih dapat ditoleransi oleh lobster air tawar, yaitu sebesar 42°C dari suhu tertinggi tersebut pada perlakuan akan diturunkan secara berturut-turut sebesar 2°C. Penelitian yang dilakukan adalah memberikan perlakuan pemberian suhu panas sebesar 42°C; 40°C; 38°C; 36°C dan dengan kontrol sama dengan suhu ruang, dengan menggunakan metode pencelupan selama 2 menit. Lama perendaman ini sama seperti penelitian terdahulu yaitu pemberian

kejutan suhu panas pada ikan koi (Noviati, 2004). Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan ditetapkan perlakuan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah:

- a. kejutan suhu panas 42°C
- b. kejutan suhu panas 40°C
- c. kejutan suhu panas 38°C
- d. kejutan suhu panas 36°C
- e. kejutan suhu panas dengan suhu kamar yang dipergunakan sebagai kontrol

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

Pada saat persiapan meliputi persiapan alat dan bahan, persiapan tersebut antara lain :

- 15 bak plastik yang akan dipergunakan dalam penelitian dicuci dan dikeringkan
- Satu unit bak untuk kejutan suhu dipersiapkan termasuk heater
- Dipersiapkan juga alat-alat pendukung seperti termometer, saringan plastik timbangan analitik dan sebagainya
- Persiapan bahan antara lain pengadaptasian lobster air tawar sebagai hewan uji
- Pemberian pakan selama masa adaptasi dengan pakan yang berbentuk pellet

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

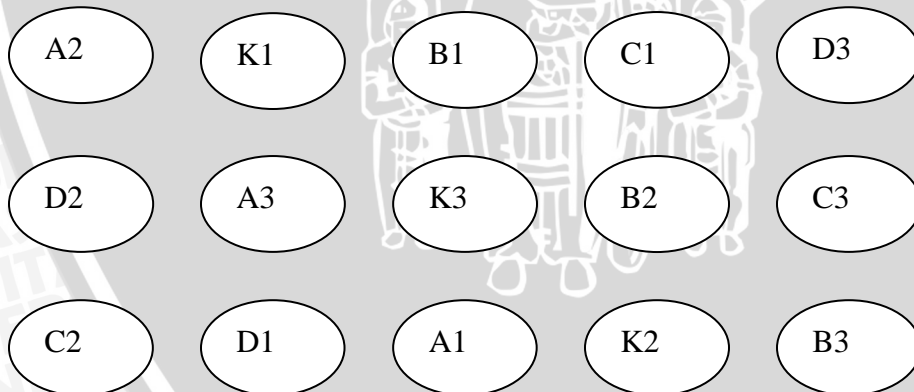
Dalam pelaksanaan penelitian akan dilakukan :

- Lobster air tawar yang telah diadaptasikan ditimbang dengan timbangan analitik dan kemudian dimasukkan kedalam bak-bak penelitian yang telah dipersiapkan, dengan kepadatan 5 ekor/bak

- Lobster air tawar diberi kejutan suhu panas yang berbeda yaitu 42°C (A); 40°C (B); 38°C (C); 36°C (D); dan suhu kamar (E) sebagai kontrol, dengan lama perendaman selama 2 menit.
- Lobster air tawar dikembalikan ke dalam bak penelitian semula
- Frekuensi pemberian pakan dilakukan selama 2 kali dalam sehari, yaitu pada pukul 08.00 WIB dan 16.00 WIB.
- Pergantian air dilakukan setiap sebelum pemberian pakan, dengan cara penyiponan sehingga sisa pakan dan feses dapat terbuang
- Kualitas air meliputi suhu, DO, dan pH diukur setiap hari
- Pengamatan kecepatan pertumbuhan lobster air tawar dilakukan setiap minggu sekali yaitu dengan cara penimbangan lobster air tawar setiap bak-bak penelitian.

3.3.3 Denah penelitian

Denah untuk penelitian dari hasil pengacakan adalah sebagai berikut :



3.3.4 Parameter Uji

Parameter utama yang diukur adalah kecepatan pertumbuhan lobster air tawar dan kelulushidupan. Perhitungan berat tubuh benih lobster air tawar menggunakan rumus laju

pertumbuhan sesaat atau *specific growth rate* (SGR) menurut Hariati (1989) adalah sebagai berikut :

- Laju Pertumbuhan Sesaat

$$SGR = \frac{(\ln w_t - \ln w_o)}{t} \times 100\%$$

keterangan :

SGR : laju pertumbuhan spesifik (% BW 1 hari)

Wt : berat rata-rata lobster air tawar pada waktu t (gram)

Wo : berat rata-rata lobster air tawar pada awal penelitian (gram)

T : waktu yang diperlukan selama penelitian (hari) (NRC, 1983)

Sedangkan kelulushidupan atau *Survival Rate* (SR) dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

- Kelulushidupan (SR)

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

keterangan :

SR : Kelulushidupan benih lobster air tawar

Nt : Jumlah benih yang hidup pada akhir penelitian (individu)

No : Jumlah benih hidup pada awal penelitian (individu) (NRC, 1983)

Suhu, oksigen terlarut dan pH diukur setiap hari sebagai parameter penunjang yang diukur menggunakan termometer, DO meter dan pH meter.

3.4 Analisa Data

Dari penelitian yang dilakukan akan diperoleh hasil, yang diolah dengan menggunakan analisis ragam (Uji F). Apabila diperoleh hasil F hitung lebih besar dari F tabel 5% maka antar perlakuan terdapat perbedaan secara nyata sehingga untuk melihat perlakuan yang terbaik akan dilanjutkan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Laju pertumbuhan spesifik dari lobster air tawar akan dilakukan perhitungan analisis regresi untuk mengetahui hubungannya dengan perlakuan yang dilakukan. Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan sifat dari fungsi yang memberikan keterangan tentang pengaruh perlakuan pada respon, terdapat pada lampiran.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Utama

4.1.1 Laju Pertumbuhan Sesaat

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada penelitian pemberian kejutan suhu panas yang berbeda terhadap laju pertumbuhan benih lobster air tawar, diperoleh data berat rata-rata dari masing-masing perlakuan seperti yang terlihat pada Tabel 1. Data rata-rata berat benih lobster air tawar diperoleh dari hasil penimbangan yang dilakukan setiap satu minggu sekali.

Tabel 1. Data rata-rata berat benih lobster air tawar selama penelitian (gram)

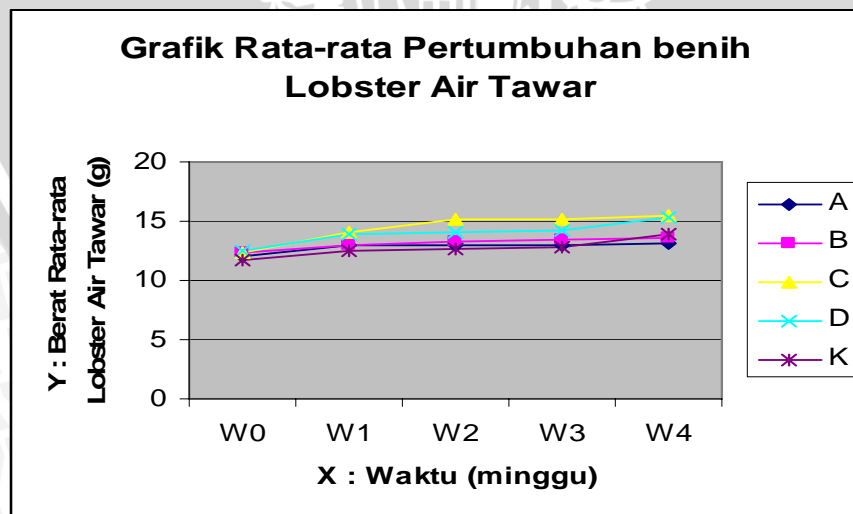
Perlakuan	W0	W1	W2	W3	W4
A	12.10	12.95	12.98	12.94	13.05
B	12,27	13,02	13,34	13,44	13,55
C	12,27	14,03	15,08	15,21	15,50
D	12,56	13,92	14,07	14,27	15,28
K	11,65	12,55	12,71	12,84	13,94

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan A dengan perlakuan kejutan suhu sebesar 42°C mengalami peningkatan berat sebesar 0,95 gram. Perlakuan B, dengan perlakuan kejutan suhu panas sebesar 40°C berat benih lobster air tawar mengalami peningkatan sebesar 1,28 gram. Pada perlakuan C, dengan perlakuan kejutan suhu panas sebesar 38°C mengalami peningkatan sebesar 3,23 gram. Pada perlakuan D dengan pemberian kejutan suhu panas sebesar 36°C benih lobster air tawar mengalami peningkatan berat sebesar 2,72 gram. Sebagai parameter pembanding diperlukan

kontrol, yaitu dengan perlakuan tanpa pemberian kejutan suhu panas. Dari perlakuan tersebut diperoleh peningkatan sebesar 2,30 gram.

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa pada perlakuan A, dengan pemberian kejutan suhu panas sebesar 42°C merupakan perlakuan yang ekstrim. Anonymous (2006) menyebutkan bahwa kepiting laba-laba nokturnal memiliki titik suhu kritis maksimal antara $41-42,1^{\circ}\text{C}$. Udang merupakan hewan malam (nokturnal) sehingga tidak menyukai intensitas cahaya yang kuat. Sinar matahari yang kuat akan merusak pigmen pada tubuhnya. Akan tetapi, sinar matahari tetap diperlukan untuk merangsang bekerjanya hormon di dalam tubuh. (Hadie dan Hadie, 2002). Seperti yang dikatakan oleh Paterson and Spanoghe (1997) bahwa ketika sistem pengatur fisiologis diperluas melebihi tingkat normal oleh eksternal stressor, respon stress terjadi. Kegagalan semua bagian dari gabungan respon homeostatik bisa menuntun pada peningkatan kerusakan fisiologis dan pada akhirnya mati.

Dari data pada Tabel 1 dapat dilihat grafik laju pertumbuhan lobster air tawar seperti yang terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Rata-rata pertumbuhan benih lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*)

Pada gambar dapat dilihat bahwa semua perlakuan memiliki bentuk grafik yang hampir sama dengan kontrol kecuali pada perlakuan C dan D. Dengan perlakuan dengan pemberian kejutan suhu sebesar 38°C menjadi stressor yang dapat menjadi stimulant yang memerlukan tanggapan fisiologis oleh benih lobster air tawar dalam usaha beradaptasi dengan stimulan tersebut. Selain itu juga menurut Pickering (1981) bahwa peningkatan temperatur akan menyebabkan peningkatan rata-rata reaksi kimia maupun biokimia. Peningkatan temperatur sebesar 10°C akan menghasilkan kurang lebih dua kali proses biologi. Pemberian kejutan suhu panas sebesar 38°C ini, respon utamanya melepaskan hormon stress.

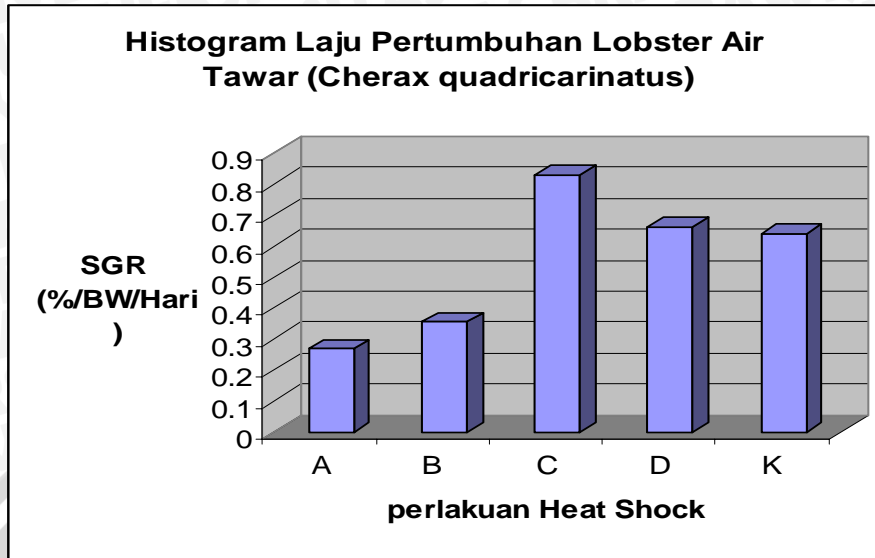
Dari hasil perhitungan pada tabel 2 diperoleh data laju pertumbuhan sesaat (SGR) benih lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) selama penelitian.

Tabel 2. Data laju pertumbuhan sesaat (SGR) benih lobster air tawar

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	0,24326	0,29311	0,26816	0,80453	0,2681
B	0,32366	0,32559	0,41662	1,06587	0,35529
C	0,77370	0,86713	0,85340	2,49423	0,83141
D	0,60023	0,73141	0,65924	1,99088	0,66363
	Total			6.35551	
K	0.64649	0.60049	0.67622	1.92320	0.64107

Berdasarkan data laju pertumbuhan sesaat benih lobster air tawar, perlakuan C menunjukkan nilai tertinggi yaitu sebesar 0,83141% dan berturut-turut kemudian perlakuan D sebesar 0,66363%, perlakuan B sebesar 0,35529% dan perlakuan A sebesar 0,26818%. Dengan kontrol yang memiliki laju pertumbuhan sesaat sebesar 0,64107 %.

Data laju pertumbuhan sesaat pada tabel 2 dapat dilihat seperti pada gambar 7



Gambar 7. Histogram Laju Pertumbuhan Benih Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)

Untuk mengetahui perlakuan yang memberikan adanya pengaruh yang berbeda nyata atau berbeda sangat nyata terhadap laju pertumbuhan sesaat benih lobster air tawar dilakukan penghitungan analisa sidik ragam dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% sampai 99%, dengan data yang diperoleh dari hasil perhitungan yang dilakukan sebelumnya. Analisa sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 3 dan Lampiran 1.

Tabel 3. Analisa sidik ragam Laju Pertumbuhan Sesaat (SGR) benih lobster air tawar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F tab 5%	F Tab 1%
Perlakuan	3	0,6234	0,2078	79.92**	4,07	7.59
Acak	8	0,0206	0,0026			
Total	11	0,6440				

** = berbeda sangat nyata

Dari hasil analisa sidik ragam laju pertumbuhan sesaat benih lobster air tawar menunjukkan hasil bahwa F Hit perlakuan lebih besar apabila di dibandingkan dengan F Tabel 1% dari nilai ini dapat dinyatakan bahwa pemberian perlakuan dengan pemberian

kejutan suhu panas yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan sesaat benih lobster air tawar.

Peningkatan laju metabolisme terjadi diakibatkan oleh adanya rangsangan luar yang berupa heat shock dengan benih lobster air tawar sebagai hewan uji yaitu dari lingkungan asal ke lingkungan yang memiliki suhu yang berbeda sangat tajam, sehingga merangsang x-organ/ kelenjar sinus untuk mengeluarkan CHH. Fungsi utama CHH adalah mengatur level gula hemolymph: CHH juga termasuk mempunyai fungsi lain seperti pada reproduksi (De Kleijn et al., 1998; De Kleijn and van Herp, 1998), molting (Chung et al., 1999; Webster et al., 2000), metabolisme lemak (Santos et al., 1997), respon Stress (Lorenzon et al., 1997; 2002; Chang et al., 1999; Durand et al., 2000; Santos et al., 2001) dan pengaturan hidromineral (Spanings-Pierrot et al., 2000; Serrano et al., 2003). Neuropeptida ini disintesis dalam organ X, kelompok neuron perikarya terletak di medulla terminalis dari eyestalk, ditransport dan di simpan dalam axon terminal berbentuk organ neurohaemal dinamakan SG (Sinus Gland) dan dilepaskan ke dalam hemolymph. CHH mengatur regulasi ion dan keseimbangan air dalam Crustacea. Chang et al., (1999) meneliti peningkatan dramatis dan mencapai puncak dalam sirkulasi CHH pada ecdysis. Aiken (1973) menguji CHH hemolymph lobster selama siklus molting dan mendapatkan bahwa terjadi peningkatan CHH selama waktu penyelesaian ecdysis. Seperti dinyatakan Chang et al (1999) bahwa peningkatan CHH pada ecdysis bertanggung jawab untuk memasukan secara cepat kebutuhan air untuk perluasan eksoskeleton baru.

Dari perhitungan analisa sidik ragam dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perlakuan yang memberikan perlakuan terbaik, seperti yang tertera pada Tabel 4 dan Lampiran 1.

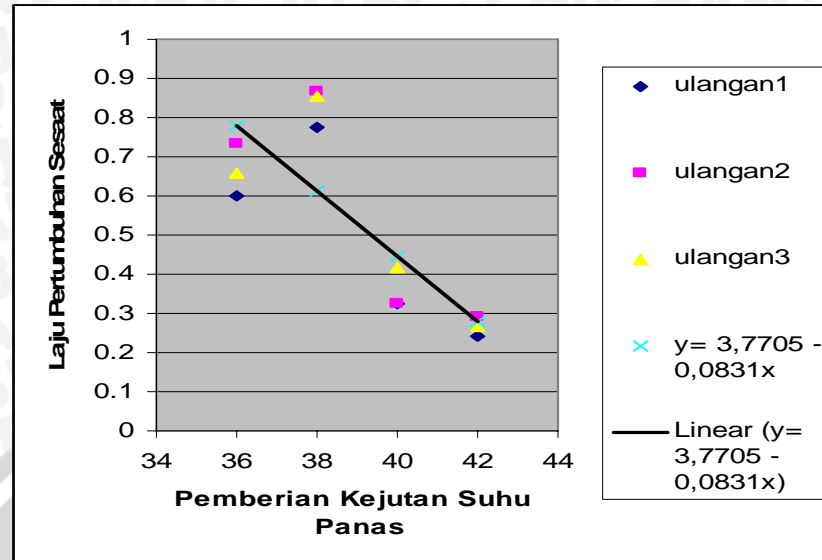
Tabel 4. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rerata	Notasi
A	0,26818	a
B	0,35529	b
D	0,66363	c
C	0,83141	d

Berdasarkan perhitungan uji BNT dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa masing-masing perlakuan yaitu perlakuan A, perlakuan B, perlakuan C dan perlakuan D memiliki notasi yang berbeda. Pada perlakuan B, C dan D sama-sama memberikan hasil yang berbeda nyata namun perlakuan C lebih tinggi nilainya. Dengan pemberian kejutan suhu panas sebesar 38°C selama 2 menit mampu menjadi pemicu dalam kelenjar sinus untuk mengatur hormon-hormon yang terdapat pada organ neurohaemal. Pada perlakuan A merupakan sumber stress yang paling ekstrim bila dibandingkan dengan perlakuan lain, dengan pemberian kejutan suhu panas sebesar 42°C dengan lama perendaman selama 2 menit dapat menyebabkan benih lobster air tawar pingsan. Hal ini menjadi penyebab penurunan fungsi dari sinus gland, sehingga bila dilihat hasil pertumbuhan sesaat perlakuan A memiliki laju pertumbuhan yang paling rendah. Menurut Pateson and Spanoghe (1997) hewan menunjukkan bermacam respon stress ketika sistem pengatur fisiologis diperluas melebihi kemampuan normal. Kegagalan dari semua atau perbagian dari respon integrasi homeostatic bisa menuntun pada peningkatan kerusakan fisiologis dan pada akhirnya mati. Dari hasil uji BNT ini dapat dilihat bahwa respon terhadap laju pertumbuhan sesaat benih lobster air tawar dipengaruhi oleh adanya pemberian kejutan suhu panas yang menyebabkan X-organ –sinus gland (XO-SG) menghasilkan dan melepaskan neuropeptida salah satunya Crustacean Hyperglycemic Hormon (CHH).

Peningkatan temperatur air meningkatkan CHH dalam darah (Wilcockson et al., 2002; Zou et al., 2003). Chung et al., (1999) juga menyatakan bahwa konsentrasi CHH dalam hemolymph meningkat selama molting pada waktu ecdysis. Block et al., (2003) menyatakan molting yang meliputi pelepasan eksoskeleton dinamakan ecdysis. Hal ini diperlukan karena endoskeleton secara konsisten tumbuh sementara ukuran tetap sama. Alasan ini karena eksoskeleton disusun oleh mineral utama dan oleh karena itu harus dilepas dan digantikan dengan eksoskeleton baru yang lebih besar. Highnam and Hill (1969) berpendapat bahwa perubahan bentuk dan peningkatan ukuran hanya dapat terjadi ketika lapisan keras eksoskeleton dilepaskan dan ketika kutikula baru belum mengeras. Periode ecdysis, dengan pemisahan kutikula tua melalui perluasan kulit baru yang disempurnakan dengan air melalui saluran pencernaan, merupakan karakteristik Crustacea. Peningkatan ukuran dan berat Crustacea selama ecdysis bukan hal yang mendasari pertumbuhan. Hal ini harus digambarkan sebagai peningkatan berat kering yang terjadi antar periode molting, ketika air yang diserap secara berangsur-angsur digantikan oleh protein. Oleh karena itu ecdysis merupakan peningkatan total dari ukuran dan berat yang dengan jelas berlangsung terus pada Crustacea. CHH selama proses ecdysis berperan mengatur penyerapan air secara cepat untuk perluasan eksoskeleton baru. Dengan adanya stress CHH dalam darah akan meningkat dan ikut mempengaruhi proses ecdysis sehingga penyerapan air berlangsung lebih cepat.

Dari analisa regresi (lampiran 1) didapatkan hubungan yang linier dengan persamaan $Y=3,7705 - 0,0831X$, dengan korelasi r sebesar 0,9521 (gambar 8). Dalam gambar tersebut dapat dilihat berdasarkan perhitungan statistik yang menunjukkan suhu yang terbaik untuk mempercepat laju pertumbuhan benih lobster air tawar.



Gambar 8. Grafik hubungan antara perbedaan pemberian kejutan suhu panas (heat shock) (X) terhadap laju pertumbuhan sesaat (Y)

Pada gambar 8 tersebut dapat dikatakan bahwa pemberian kejutan suhu panas yang berbeda memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan sesaat benih lobster air tawar uji. Pada pemberian kejutan suhu 36°C dan 38°C mengalami peningkatan dan semakin menurun dengan semakin meningkatnya suhu sebesar 42°C pada masing-masing perlakuan.

4.1.2 Kelulushidupan

Parameter kedua yang diukur pada penelitian ini adalah kelulushidupan benih lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*). Kelulushidupan diukur berdasarkan jumlah individu yang hidup pada akhir penelitian.

Pemberian kejutan suhu panas yang diberikan ternyata tidak memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa pemberian kejutan suhu panas (heatshock) terhadap laju pertumbuhan benih lobster air tawar memberikan hasil yang berbeda pada masing-masing perlakuan. Setelah dilakukan

perhitungan pada akhir penelitian diperoleh kelulushidupan benih lobster air tawar seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Data kelulushidupan (SR) benih lobster air tawar

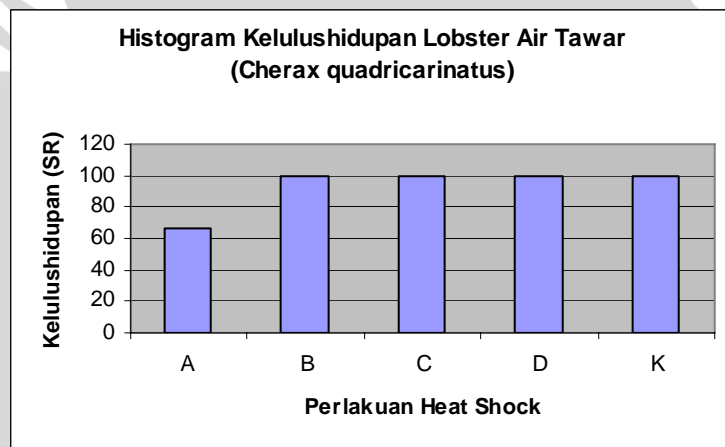
Perlakuan	Ulangan	N0	Nt	Sr (%)	Rata-rata
A	1	5	5	100%	66,67 %
	2	5	5	100%	
	3	5	0	0%	
B	1	5	5	100%	100%
	2	5	5	100%	
	3	5	5	100%	
C	1	5	5	100%	100%
	2	5	5	100%	
	3	5	5	100%	
D	1	5	5	100%	100%
	2	5	5	100%	
	3	5	5	100%	

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pemberian kejutan suhu panas (heat shock) pada suhu 40°C; 38°C dan 36°C menunjukkan angka 100%, artinya jumlah individu yang hidup pada awal sama dengan jumlah individu yang hidup pada akhir atau tidak terjadi kematian. Data yang diperoleh dari penelitian menunjukkan kelulushidupan benih lobster air tawar sebesar 91,67%. Pada suhu 42°C terjadi kematian yang disebabkan aerator sebagai penyuplai kebutuhan oksigen lobster mati sehingga mempengaruhi kelulushidupan lobster.

Kelulushidupan yang dicapai suatu populasi merupakan gambaran hasil interaksi dari daya dukung lingkungan dengan perlakuan kejutan suhu panas (heat shock) yang diberikan pada benih lobster tersebut. Tingginya kelulushidupan salah satunya

disebabkan oleh tingkat pemberian pakan yang diberikan seimbang dengan kebutuhan benih lobster air tawar sehingga benih dengan mudah mendapatkan pakan tanpa persaingan.

Hasil perhitungan statistik kelulushidupan benih lobster air tawar selama penelitian dapat dilihat pada lampiran 1. Setelah dilakukan analisa ternyata pemberian kejutan suhu panas (heat shock) pada suhu 42°C; 40°C; 38°C dan 36°C memberikan hasil kelulushidupan yang tidak berbeda nyata. Data kelulushidupan pada tabel 5 dapat dilihat seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Histogram Kelulushidupan Benih Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)

Lobster air tawar dalam kelulushidupan dan pertumbuhannya memerlukan pakan yang cukup. Oleh karena itu dalam pemeliharaan benih perlu disediakan pakan yang cukup, mudah ditangkap dan dimakan serta menekan angka kematian.

Protein dalam pakan sangat dibutuhkan bagi tubuh. Menurut Hariati (1989), protein sebagai bahan bakar dalam hasil tubuh juga berfungsi sebagai zat pengatur dan zat pembangun. Protein merupakan asam amino yang banyak mengandung unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat.

Lemak dibutuhkan sebagai sumber energi, lemak mempunyai peranan penting untuk pertumbuhan dan kelulushidupan lobster air tawar. Selain protein menurut Zoneveld et al (1991), lemak dibutuhkan sebagai sumber energi dan untuk memelihara bentuk dan fungsi jaringan. Lemak juga dapat disimpan sebagai cadangan energi untuk kebutuhan energi jangka panjang.

4.2 Kualitas air

Pengelolaan kualitas air adalah cara pengendalian kondisi air yang sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan fisik dan kimiawi bagi kehidupan dan pertumbuhan benih lobster air tawar yang dipelihara. Kelalaian dalam pengelolaan air akan mengakibatkan turunnya kualitas air sehingga baik langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap pertumbuhan lobster air tawar yang dipelihara.

Parameter penunjang dalam penelitian ini adalah kualitas air. Kualitas air yang diukur meliputi suhu, derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO).

4.2.1 Suhu

Data hasil perhitungan pengukuran suhu air selama penelitian pada setiap perlakuan dapat dilihat pada lampiran 2. Kemudian diuji secara statistik diperoleh sidik ragam suhu air yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Sidik ragam suhu air media selama penelitian

Sb. Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F 5%	F1%
Perlakuan	3	0,0073	0,00243	0,003367 ^{ns}	4,35	8,45
Acak	7	4,6384	0,66260			
Total	10	4,6457				

ns = tidak berbeda nyata

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap suhu. Hal ini berarti bahwa nilai suhu relatif homogen (sama).

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa suhu air masing-masing perlakuan dalam penelitian tidak berbeda nyata. Kisaran suhu hasil selama penelitian menunjukkan nilai antara 23,22°C – 23,24°C. Menurut Wiyanto dan Hartono (2003), kisaran suhu yang sesuai adalah 20-24 °C. Namun menurut Iskandar (2003), lobster air tawar dapat hidup dan tumbuh pada suhu 2-37 °C. Suhu air optimal yang paling tepat untuk hidup dan tumbuh lobster air tawar adalah 23-31°C. Sehingga suhu air media penelitian masih menunjukkan angka yang layak bagi kehidupan lobster air tawar.

4.2.2 Derajat Keasaman (pH)

Data hasil perhitungan pengukuran derajat keasaman (pH) media selama penelitian pada setiap perlakuan dapat dilihat pada lampiran 4. Kemudian diuji secara statistik sehingga dapat diperoleh sidik ragam yang terlihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Daftar sidik ragam pH media selama penelitian

Sb. Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F 5%	F1%
Perlakuan	3	0,0136	0,00453	3,839 ^{ns}	4,35	8,45
Acak	7	0,0083	0,00118			
Total	10	0,0219				

ns = tidak berbeda nyata

Dari analisis sidik ragam di atas menunjukkan bahwa pemberian kejutan suhu panas (hest shock) pada suhu 42°C; 40°C; 38°C dan 36°C tidak memberikan pengaruh terhadap derajat keasaman (pH). Hal ini berarti bahwa nilai derajat keasaman (pH) relatif homogen (sama). pH air pada masing-masing perlakuan dalam penelitian tidak berbeda nyata.

Kisaran nilai pH hasil pengukuran antara 7,45 – 7,55. Menurut Wiyanto dan Hartono (2003), lobster air tawar dapat hidup dengan pH 7-8. Sementara itu menurut Iskandar (2003), lobster air tawar dapat hidup dan tumbuh pada toleransi sekitar 6-9,5. Sehingga pH air media penelitian masih layak untuk kehidupan lobster air tawar.

4.2.3 Oksigen Terlarut

Tersedianya oksigen dalam air sangat menentukan kehidupan lobster air tawar. Rendahnya kadar oksigen dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan bahkan dapat mengakibatkan kematian (Buwono, 1992).

Data hasil perhitungan oksigen terlarut (DO) media selama penelitian pada setiap perlakuan dapat dilihat pada lampiran 3. Kemudian diuji secara statistik sehingga dapat diperoleh sidik ragam yang terlihat pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Daftar sidik ragam oksigen terlarut (DO) selama penelitian

Sb. Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F 5%	F1%
Perlakuan	3	0,005	0,00167	1,4649 ^{ns}	4,35	8,45
Acak	7	0,008	0,00114			
Total	10	0,013				

ns = tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada tabel diatas, ternyata perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan oksigen terlarut pada masing-masing media selama penelitian. Ini berarti kandungan oksigen terlarut (DO) selama penelitian relatif sama atau dalam keadaan homogen, dimana pada saat penelitian aerator diatur sedemikian rupa sehingga keluaran aerasi pada setiap bak-bak perlakuan relatif sama.

Hasil pengukuran oksigen terlarut selama penelitian menunjukkan nilai kisaran 5,03 – 5,10 ppm. Kisaran ini masih layak untuk kehidupan lobster air tawar. Hal ini

sesuai dengan pendapat Iskandar (2003), lobster air tawar dapat hidup dan tumbuh pada media dengan toleransi kandungan oksigen sebesar 1 ppm.

Pada kondisi alam terbuka sebagian oksigen terlarut berasal dari proses fotosintesis sedangkan sumber lainnya adalah dari proses difusi. Pada penelitian ini oksigen terlarut dibantu dengan menggunakan aerator. Dimana pada masing-masing bak perlakuan diberi aerasi yang bertujuan untuk mendapatkan kondisi yang stabil pada masing-masing perlakuan. Pemberian aerasi bertujuan untuk memberikan suplay oksigen terlarut secara terus-menerus dan merata dalam air serta untuk mempercepat proses pelepasan gas-gas beracun dalam air.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian Pemberian Kejutuan Suhu Panas (Heat Shock) yang berbeda terhadap laju pertumbuhan benih lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) dapat disimpulkan sebagai berikut :

- ❖ Perlakuan dengan pemberian kejutuan suhu panas yang berbeda memberikan pengaruh yang berberda nyata terhadap laju pertumbuhan sesaat benih lobster air tawar.
- ❖ Berdasarkan perhitungan statistik pada perlakuan kejutuan suhu panas sebesar 36°C memberikan hasil yang terbaik pada laju pertumbuhan sesaat 0,66353 %/BW/hari dari pertumbuhan normal tanpa perlakuan (kontrol) sebesar 0,64107 %/BW/hari dengan kelulushidupan mencapai 91,67%.
- ❖ Pengaruh pemberian kejutuan suhu panas (heat shock) membentuk hubungan linier terhadap laju pertumbuhan sesaat benih lobster air tawar uji persamaan $Y = 3,7705 - 0,0831X$, dengan korelasi r sebesar 0,9521.
- ❖ Kualitas air tidak berpengaruh terhadap perlakuan karena masih dalam kisaran normal yaitu untuk suhu rata-rata berkisar antara 23,22°C sampai 23,24°C, pH rata-rata berkisar antara 7,45 sampai 7,55 dan oksigen terlarut rata-rata berkisar antara 5,03 sampai 5,10. Kualitas air tersebut masih dalam batas yang layak untuk kehidupan dalam pemeliharaan benih lobster air tawar.

5.2 Saran

- ❖ Untuk memperoleh laju pertumbuhan benih lobster air tawar lebih cepat sebaiknya dilakukan perlakuan dengan cara pemberian kejutan suhu panas sebesar 36°C selama 2 menit.
- ❖ Perlu adanya penelitian lanjutan dengan perlakuan suhu yang lebih rendah dan optimalisasi lama kejutan suhu (heat shock).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2006a. Life as a Lobster in Long Island Sound: Biology and Life Cycle. (online), (<http://www.seagrant.sunysb.edu/LILOBSTER/LHN.Fall03sup.pdf> diakses 11 November 2006).
- . 2006b. **Thermal Tolerances and Preferences of the Crab Spiders *Misumenops asperatus* and *Misumenoides formosipes* (Araneae, Thomosidae).** (online), (http://www.americanarachnology.org/JoA_N27_n2/arac_27_02_6470.pdf diakses 14 November 2006)
- Anonymous. 2007. Molting Lobster Air Tawar (Freshwater Crayfish). (online) ([http://www.0-fish.com/LobsterAirTawar\(Freshwatercrayfish\)/molting.htm](http://www.0-fish.com/LobsterAirTawar(Freshwatercrayfish)/molting.htm) diakses 13 Februari 2007)
- Aiken, D. E. 1973. **Proecdysis, Setal development, and Molt Prediction In The Lobster.** J Fish. Res. Board Canada. 30: 1334-1337.
- Chang, E. S., R. Keller, and S. A. Chang. 1998. **Quantification of Crustacean Hyperglycemic Hormone by ELISA in Hemolymph of The Lobster, *Homarus americanus*, Following Various Stresses.** Gen. Comp. Endocrinol. 111:359-366.
- Buwono, I. D. 1992. **Kebutuhan Asam Amino Esensial Dalam Ransum Ikan.** Kanisius. Yogyakarta. 53 hal.
- De Kleijn DPV, Jansen KP, Waddy SL, Hegeman R, Lai WY, and Martens GJ. 1998. **Expression of Crustacean Hyperglycemic Hormones and The Reproductive Cycle of The Female American Lobster *Homarus americanus*.** J. Endocrinol. 156:291-298.
- De Kleijn DPV and Van herp F. 1998. **Involvement of The Hyperglycemic Neurohormone Family in The Control of Reproduction in Decapod Crustaceans.** Invert. Reprod. Dev. 33: 263-272
- Djojosoebagio, S. 1996. **Fisiologi Kelenjar Endokrin.** UI Press. Jakarta.
- Durand F, Devillers N, Lallier FH, and Regnault M. 2000. **Nitrogen Excretion and Change in Blood Components During Emersion of Subtidal Spider Crab *Maia squinado* (L).** Comp. Biochem. Physiol. 127A: 259-271.
- Effendi, H. 1981. **Fisiologi Sistem Hormonal dan Reproduksi dengan Pathofisiologinya.** Alumni. Bandung. 215 hal.

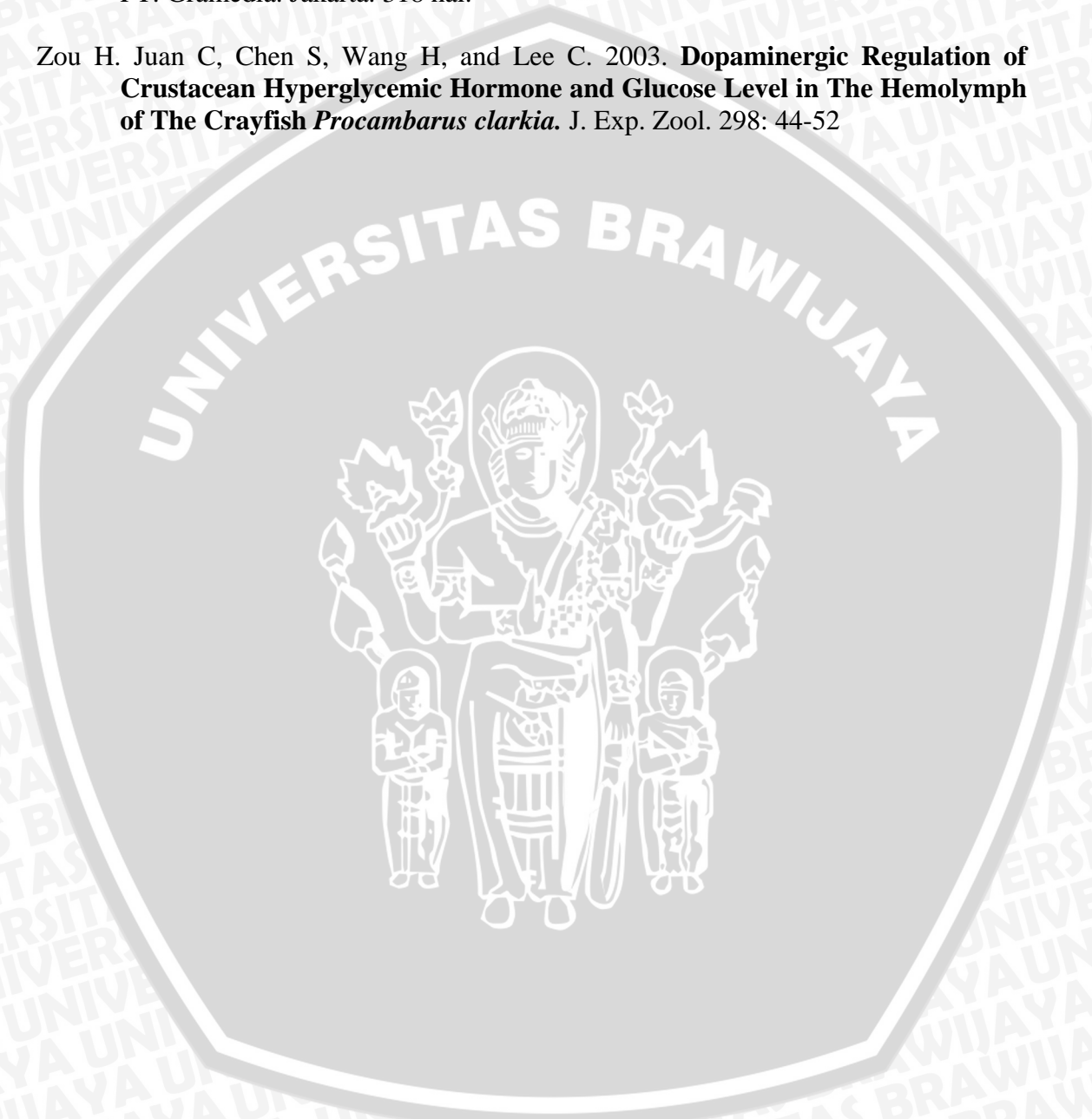
- Effendie, M. I. 1997. **Biologi Perikanan**. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 155 hal.
- Elliot, A. M. 1957. **Zoologi**. Appeton-Century-Crofts. Inc. New York. 222-235 p.
- Fujaya, 2004. **Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan**. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. 179 hal.
- Gomez, A. K. dan Gomez, A. A. 1995. **Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian**. Edisi Kedua. UI- Press. Jakarta. 698 hal.
- Guyton, A. C. 1989. **Fisiologi Kedokteran Edisi 5**. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 448 hal.
- Hadie, W. dan Supriatno, J. 1984. **Pengembangan Udang Galah Dalam Hatchery dan Budidaya**. Kanisius. Yogyakarta. 32 hal.
- Hadie, W dan Hadie, L. E. 2002. **Budidaya Udang Galah Gi Marco**. Penebar Swadaya. Jakarta. 6 hal.
- Hariati, A. M. 1989. **Makanan Ikan**. Nuffic/Unibraw/Luw/Fish. Unibraw. Malang. 185 hal.
- Highnam, K and Hill, L. 1969. **The Comparative Endocrinology of The Invertebrate**. Edward Arnold Ltd. London. 21-222 p.
- Iskandar. 2003. **Budidaya Lobster Air Tawar**. Agromedia Pustaka. Jakarta. 76 hal.
- John and Crothers M. 1985. **Appendages in Crabs see" Key to The Crabs and Crab Like Animals Of Brithish Inshore Waters** (online) (www.glaucus.org.uk/crustacea.htm.-22k-, diakses 11 November 2006)
- Kabakov, A. E. and Gabai, V. L. 1997. **Heat Shock Proteins and Cytoprotection : ATP –Deprived Mamalian Cells**. Springer. Germany. 237 p.
- Lorenzon S, Giulianini PG, and Ferrero EA. 1997. **Lypopolysaccharide-induced Hyperglycemia is Mediated by CH Release in Crustaceans**. Gen. Comp. Endocrinol. 108: 395-405.
- Lorenzon S, Pasqual P, and Ferrero EA. 2002. **Different Bacterial Lypopolysaccharides as Toxicants and Stressors in The Shrimp *Palaemon elegans***. Fish Shellfish Immunol. 13: 27-45.
- Noviati, W. 2004. **Pengaruh Pemberian Kejutan Suhu Panas (Heat Shock) Yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. 69 hal.

- NRC. 1983. **Nutrien Requirement of Warm Waters Fishes and Shell Fishes.** National Academic Press. Washington DC.
- Paterson, B. D. and P. T. Spanoghe. 1997. **Stress Indicators in Marine Decapod Crustacean, with Particular Reference to The Grading of Western Rock Lobsters (*Panulirus Cygnus*) During Commercial Handling.** Bulletin of Enviromental Comtamination and Toxicology 56:425-431.
- Santos EA, Keller R, Rodriguez E, and Lopez L. 2001. **Effects of Serotonin and Fluoxetine on Blood Glucose Regulation in Two Decapod Species.** Braz. J. Med. Boil. Res. 34: 75-80.
- Serrano L, Biavillain G, Soyez D, Charmantier G, Grousset E, and Aujolat F. 2003. **Putative Involvement of Crustacean Hyperglycemic Hormone Isoforms in the Neuroendocrine Mediation of Osmoregulation in The Crayfish *Astacus leptodactylus*.** J. Exp. Biol. 206: 979-988.
- Spanings-Pierrot C, Soyez D, van Herp F, Gompel M, Grousset E, and Charmantier G. 2000. **Involvement of Crustacean Hyperglycemic Hormone in The Control of Gill Ion Transport in The Crab *Pachygrapsus marmoratus*.** Gen. Comp. Endocrinol. 119: 340-350.
- Suhadi, A. M dan I Wayan Dasna. 2003. **Dasar-dasar Metodologi Penelitian.** Penerbit Universitas Negeri Malang dan Lembaga Penelitian Universitas Negeri Malang. 127 hal.
- Sukmajaya. 2003. **Lobster Air Tawar Komoditas Perikanan Prospektif.** Agromedia. Jakarta. 56 hal.
- Sumeru S.U dan Suzy A. 1992. **Pakan Udang Windu.** Kanisius. Yogyakarta. 94 hal.
- Ville, C. A. Walkers W. F. Jr and Barnes, R. D. 1988. **Zoologi Umum.** Alih Bahasa Sugin, N. Edisi keenam. Erlangga. Jakarta. 484 hal.
- Waterman, T. H. 1960. **The Physiology Of Crustacea Metabolism and Growth.** Academic Press. New York San Fransisco London. 589 p.
- Webster SG, Dirrcksen H, and Chung JS. 2000. **Endocrine Cells in The Gut of The Shore Crab *Carcinus maenas* Immunoreactive to Crustacean Hyperglycemic Hormone and Its Precurcor-related Peptide.** Cell Tissue Res. 300: 193-205.
- Wilcockson DC, Chung JS, and Webster Sg. 2002. **Is Crustacean Hyperglycemic Hormone Precursor-related Peptide a Circulating Neurohormone in Crabs?.** Cell, Tissue Res. 307 : 129-138.
- Wiyanto R. H. 2003a. **Lobster Air Tawar Pembenuhan Dan Pembesaran.** Panebar Swadaya. Jakarta. 79 hal.

_____. 2003b. **Merawat Lobster Hias Di Akuarium**. Penebar Swadaya. Jakarta. 63 hal.

Zonneveld, N. Husman E. A. dan J. H. Bound. 1991. **Prinsip-prinsip Budidaya Ikan**. PT. Gramedia. Jakarta. 318 hal.

Zou H. Juan C, Chen S, Wang H, and Lee C. 2003. **Dopaminergic Regulation of Crustacean Hyperglycemic Hormone and Glucose Level in The Hemolymph of The Crayfish *Procambarus clarkia***. J. Exp. Zool. 298: 44-52



LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisa Hasil Penelitian

1.1 Tabel 9 Data berat benih lobster air tawar (gram)

Perlakuan	Ulangan	W0	W1	W2	W3	W4
A	1	11,35	11,81	11,85	11,87	12,15
	2	12,51	13,72	13,75	13,64	13,58
	3	-	-	-	-	-
Rata-rata		11,93	12,77	12,80	12,76	12,87
B	1	13,81	14,45	14,90	15,01	15,12
	2	11,21	12,03	12,20	12,26	12,28
	3	11,80	12,59	12,93	13,05	13,26
Rata-rata		12,27	13,02	13,34	13,44	13,55
C	1	11,41	12,93	13,49	13,67	14,17
	2	13,10	15,46	15,99	16,37	16,70
	3	12,30	13,69	15,77	15,58	15,62
Rata-rata		12,27	14,03	15,08	15,21	15,50
D	1	12,95	13,88	14,28	14,50	15,73
	2	10,78	12,75	12,73	12,84	13,23
	3	13,96	15,13	15,19	15,48	16,87
Rata-rata		12,56	13,92	14,07	14,27	15,28
K	1	10,23	11,45	11,50	11,67	12,26
	2	12,07	12,96	13,09	12,87	14,28
	3	12,65	13,24	13,53	13,97	15,27
Rata-rata		11,65	12,55	12,71	12,84	13,94

Perhitungan Missing Data

Perlakuan	Ulangan			Total
	1	2	3	
A	59.03	67.20	-	126.23 (To)
B	73.29	59.98	63.63	196.9
C	65.67	77.62	72.96	216.25
D	71.34	62.33	76.63	210.3
Total			213.22 (Bo)	749.68 (Go)

$$X = \frac{rBo + tTo - Go}{(r-1)(t-1)}$$

$$= \frac{3(213,22) + 4(126,23) - 749,68}{(3-1)(4-1)}$$

$$= \frac{639,66 + 504,92 - 749,68}{6}$$

$$= \frac{1144,58 - 749,68}{6} = 65,82$$

$$w_{03} = \frac{11,35 + 12,51}{126,23} \times 65,82 = 12,44$$

$$w_{13} = \frac{11,81 + 13,72}{126,23} \times 65,82 = 13,31$$

$$w_{23} = \frac{11,85 + 13,75}{126,23} \times 65,82 = 13,34$$

$$w_{33} = \frac{11,87 + 13,64}{126,23} \times 65,82 = 13,30$$

$$w_{43} = \frac{12,15 + 13,58}{126,23} \times 65,82 = 13,41$$

Tabel 10. Data Berat Benih Lobster Air Tawar setelah dilakukan perhitungan missing data

Perlakuan	Ulangan	W0	W1	W2	W3	W4
A	1	11,35	11,81	11,85	11,87	12,15
	2	12,51	13,72	13,75	13,64	13,58
	3	12,44	13,31	13,34	13,30	13,41
Rata-rata		12,10	12,95	12,98	12,94	13,05
B	1	13,81	14,45	14,90	15,01	15,12
	2	11,21	12,03	12,20	12,26	12,28
	3	11,80	12,59	12,93	13,05	13,26
Rata-rata		12,27	13,02	13,34	13,44	13,55
C	1	11,41	12,93	13,49	13,67	14,17
	2	13,10	15,46	15,99	16,37	16,70
	3	12,30	13,69	15,77	15,58	15,62
Rata-rata		12,27	14,03	15,08	15,21	15,50
D	1	12,95	13,88	14,28	14,50	15,73
	2	10,78	12,75	12,73	12,84	13,23
	3	13,96	15,13	15,19	15,48	16,87
Rata-rata		12,56	13,92	14,07	14,27	15,28
K	1	10,23	11,45	11,50	11,67	12,26
	2	12,07	12,96	13,09	12,87	14,28
	3	12,65	13,24	13,53	13,97	15,27
Rata-rata		11,65	12,55	12,71	12,84	13,94



Perhitungan Uji Barlet

a. W0

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	11.35	12.51	12.44	36.3	12.10
B	13.81	11.21	11.80	36.82	12.27
C	11.41	13.10	12.30	36.81	12.27
D	12.95	10.78	13.96	37.69	12.56
Total				147.62	

Tabel perhitungan uji Barlet

Perlakuan	dB	1/(r-1)	JK	S ²	Log S ²	(r-1)logS ²
A	2	0.5	0.85	0.425	-0.372	-0.744
B	2	0.5	3.72	1.86	0.27	0.54
C	2	0.5	1.43	0.715	-0.15	-0.3
D	2	0.5	5.28	2.64	0.422	0.84
Total	8	2	11.28		0.17	0.336

$$S^2 \text{ Gabungan} = \sum JK / dB$$

$$= 11,28 / 8 = 1,41$$

$$\text{Log } S^2 = 0.15$$

$$X^2 = \ln 10 \{ (\sum I (r-1) * \log S^2) - \{1/(\sum I (r-1))\} \}$$

$$= 2.3026 \{ (8 * 0.15) \} - \{0.336\}$$

$$= 2.3026 (1.2 - 0.336)$$

$$= 1.99$$

$$\text{Faktor Koreksi (C)} = 1 + \{ (1/[3(t-1)]) \} * \{ (\sum I 1/9r-1) - (1/(\sum i (r-1))) \}$$

$$= 1 + \{ 1/(3(4-1)) \} * \{ 2 - (1/8) \}$$

$$= 1.208$$

$$X^2 \text{ terkoreksi} = (1/C) * X^2$$

$$= (1/1,208) * 1.99$$

$$= 1.65$$

$$X \text{ Tabel } 5\% = 7.815$$

Karena X^2 terkoreksi < X table 5% maka data dianggap normal.

b. W1

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	11.81	13.72	13.31	38.84	12.95
B	14.45	12.03	12.59	39.07	13.02
C	12.93	15.46	13.69	42.08	14.03
D	13.88	12.75	15.13	41.76	13.92
Total				161.75	

Tabel perhitungan uji Barlet

Perlakuan	dB	1/(r-1)	JK	S ²	Log S ²	(r-1)logS ²
A	2	0.5	2.02	1.01	0.0043	0.0086
B	2	0.5	3.21	1.61	0.2068	0.4136
C	2	0.5	3.37	1.69	0.2279	0.4558
D	2	0.5	2.83	1.42	0.1523	0.3046
Total	8	2	11.43	5.73	0.5913	1.1826

$$S^2 \text{ Gabungan} = \sum JK / dB$$

$$= 11,43 / 8 = 1.43$$

$$\text{Log } S^2 = 0.16$$

$$X^2 = \ln 10 \{ (\sum I (r-1) * \log S^2) - \{1/(\sum I (r-1))\} \}$$

$$= 2.3026 \{ (8 * 0.16) \} - \{1.1826\}$$

$$= 0.22$$

$$\text{Faktor Koreksi (C)} = 1 + \{ (1/[3(t-1)]) \} * \{ (\sum I 1/9r-1) - (1/(\sum i (r-1))) \}$$

$$= 1 + \{ 1/(3(4-1)) \} * \{ 2 - (1/8) \}$$

$$= 1 + 0.208$$

$$= 1.028$$

$$X^2 \text{ terkoreksi} = (1/C) * X^2$$

$$= (1/1,208) * 0.22$$

$$= 0.18$$

$$X \text{ Tabel } 5\% = 7.815$$

Karena X^2 terkoreksi < X tabel 5% maka data dianggap normal.

c. W2

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	11.85	13.75	13.34	38.94	12.98
B	14.90	12.20	12.93	40.03	13.34
C	13.49	15.99	15.77	45.25	15.08
D	14.28	12.73	15.19	42.20	14.07
Total				166.42	

Tabel perhitungan uji Barlet

Perlakuan	dB	1/(r-1)	JK	S ²	Log S ²	(r-1)logS ²
A	2	0.5	1.999	0.9995	-0.00022	-0.00044
B	2	0.5	3.901	1.9505	0.2901	0.5802
C	2	0.5	3.832	1.9160	0.2824	0.5648
D	2	0.5	3.094	1.5470	0.18949	0.3790
Total	8	2	12.826	6.413	0.76177	1.52356

$$S^2 \text{ Gabungan} = \sum JK / dB$$

$$= 12.826 / 8 = 1.60$$

$$\text{Log } S^2 = 0.20$$

$$X^2 = \ln 10 \{ (\sum I (r-1) * \log S^2) - \{1/(\sum I (r-1))\}$$

$$= 2.3026 \{(8 * 0.20)\} - \{1.52356\}$$

$$= 2.3026 - (1.6 - 1.52356)$$

$$= 0.176$$

$$\text{Faktor Koreksi (C)} = 1 + \{(1/[3(t-1)])\} * \{(\sum I 1/9r-1) - (1/(\sum i (r-1)))\}$$

$$= 1 + \{1/(3(4-1))\} * \{2 - (1/8)\}$$

$$= 1 + 0.208$$

$$= 1.028$$

$$X^2 \text{ terkoreksi} = (1/C) * X^2$$

$$= (1/1,208) * 0.176$$

$$= 0.14$$

$$X \text{ Tabel } 5\% = 7.815$$

Karena X² terkoreksi < X tabel 5% maka data dianggap normal.

d. W3

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	11.87	13.64	13.30	38.81	12.94
B	15.12	12.28	13.26	40.66	13.55
C	14.17	16.70	15.62	46.49	15.50
D	15.73	13.23	16.87	45.83	15.28
Total				171.78	

Tabel perhitungan uji Barlet

Perlakuan	dB	1/(r-1)	JK	S ²	Log S ²	(r-1)logS ²
A	2	0.5	1.76	0.8	-0.056	-0.112
B	2	0.5	4.16	2.08	0.318	0.636
C	2	0.5	3.22	1.61	0.207	0.414
D	2	0.5	6.93	3.47	0.540	1.08
Total	8	2	16.07	8.04	1.009	2.018

$$S^2 \text{ Gabungan} = \sum JK / dB$$

$$= 16.07 / 8 = 2.01$$

$$\text{Log } S^2 = 0.303$$

$$X^2 = \ln 10 \{ (\sum I (r-1) * \log S^2) - \{1/(\sum I (r-1))\} \}$$

$$= 2.3026 \{ (8 * 0.303) - \{2.018\} \}$$

$$= 2.3026 (2.424 - 2.018)$$

$$= 0.935$$

$$\text{Faktor Koreksi (C)} = 1 + \{ (1/[3(t-1)]) \} * \{ (\sum I 1/9r-1) - (1/(\sum i (r-1))) \}$$

$$= 1 + \{ 1/(3(4-1)) \} * \{ 2 - (1/8) \}$$

$$= 1 + 0.208$$

$$= 1.028$$

$$X^2 \text{ terkoreksi} = (1/C) * X^2$$

$$= (1/1,208) * 0.935$$

$$= 0.77$$

$$X \text{ Tabel } 5\% = 7.815$$

Karena X^2 terkoreksi < X tabel 5% maka data dianggap normal.

e. W4

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	12.15	13.58	13.41	39.14	13.05
B	15.12	12.28	13.26	40.66	13.55
C	14.17	16.70	15.62	46.49	15.50
D	15.73	12.23	16.87	45.83	15.28
Total				171.12	

Tabel perhitungan uji Barlet

Perlakuan	dB	1/(r-1)	JK	S ²	Log S ²	(r-1)logS ²
A	2	0.5	1.22	0.61	-0.21	-0.42
B	2	0.5	4.162	2.081	0.32	0.64
C	2	0.5	3.22	1.61	0.21	0.42
D	2	0.5	6.93	3.47	0.54	1.08
Total	8	2	15.532	7.771	0.86	1.72

$$S^2 \text{ Gabungan} = \sum JK / dB$$

$$= 15.532 / 8 = 1.942$$

$$\text{Log } S^2 = 0.29$$

$$X^2 = \ln 10 \{ (\sum I (r-1) * \log S^2) - \{1/(\sum I (r-1))\} \}$$

$$= 2.3026 \{ (8 * 0.29) \} - \{ 1.72 \}$$

$$= 2.3026 (-1.14)$$

$$= -2.625$$

$$\text{Faktor Koreksi (C)} = 1 + \{ (1/[3(t-1)]) \} * \{ (\sum I 1/9r-1) - (1/(\sum i (r-1))) \}$$

$$= 1 + \{ 1/(3(4-1)) \} * \{ 2 - (1/8) \}$$

$$= 1 + 0.208$$

$$= 1.028$$

$$X^2 \text{ terkoreksi} = (1/C) * X^2$$

$$= (1/1,208) * -2.625$$

$$= -2.173$$

$$X \text{ Tabel } 5\% = 7.815$$

Karena X² terkoreksi < X tabel 5% maka data dianggap normal.

Tabel Data Laju Pertumbuhan Sesaat Benih Lobster air tawar setelah Dilakukan Perhitungan menggunakan Persamaan Laju Pertumbuhan Sesaat (SGR)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	0,24326	0,29311	0,26816	0,80453	0,26818
B	0,32366	0,32559	0,41662	1,06587	0,35529
C	0,77370	0,86713	0,85340	2,49423	0,83141
D	0,60023	0,73141	0,65924	1,99088	0,66363
Total				6,35551	

• **Perhitungan JK**

Faktor Koreksi (FK) = $G^2 / n = G^2 / 12 = 6,35551^2 / 12 = 40,3925 / 12 = 3,3660$

JK Total (JKT) = $(A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + D3^2) - FK$
 = $(0,24326^2 + 0,29311^2 + 0,26816^2 + \dots + 0,65924^2) - 3,3660$
 = $(0,0592 + 0,0859 + 0,0719 + \dots + 0,4346) - 3,3660$
 = $4,0100 - 3,3660$
 = $0,6440$

JK Perlakuan (JKP) = $TA^2 + TB^2 + TC^2 + TD^2 / 3 - FK$
 = $0,80453^2 + 1,06587^2 + 2,49423^2 + 1,99088^2 / 3 - 3,3660$
 = $0,6473 + 1,1361 + 6,2212 + 3,9636 / 3 - 3,3660$
 = $11,9682 / 3 - 3,3660$
 = $3,9894 - 3,3660$
 = $0,6234$

JK Acak (JKA) = $JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan}$
 = $0,6440 - 0,6234$
 = $0,0206$

Lanjutan Lampiran

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F Tab 5%	F Tab 1%
Perlakuan	3	0,6234	0,2078	79,92**	4,07	7,59
Acak	8	0,0206	0,0026			
Total	11	0,6440				

Keterangan :

* **= Berbeda Sangat Nyata

- o Berdasarkan hasil sidik ragam di atas ($F_{\text{Tab 5\%}} < F_{\text{Hit}} < F_{\text{Tab 1\%}}$) dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (*). Sehingga dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Uji Beda Nyata Terkecil :

$$SED = \sqrt{\frac{2 \text{ ktacak}^2}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0026^2}{3}} = 0,0021$$

$$\text{BNT 5 \%} = t \text{ tabel 5\%} \cdot SED = 2,306 \cdot 0,0021 = 0,0048$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ tabel 1\%} \cdot SED = 3,355 \cdot 0,0021 = 0,0070$$

Beda Nyata Terkecil

Rata-rata Perlakuan	A (0,26818)	B (0,35529)	D (0,66363)	C (0,83141)	Notasi
A (0,26818)	-	-	-	-	a
B (0,35529)	0,08711**	-	-	-	b
D (0,66363)	0,39545**	0,30834**	-	-	c
C (0,83141)	0,56323**	0,47612**	0,16778**	-	d

Tabel Analisa Regresi

Perlakuan	Rata-rata (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	0,26818	-3	+1	-1
B	0,35529	-1	-1	+3
D	0,66363	+1	-1	-3
C	0,83141	3	1	1
$Q = \sum(CiTi)$		1,99803	0,08067	-0,36179
$Kr = \sum(Ci^2)$		20	4	20
$JK = Q^2 / Kr$		0,1996	0,0016	-0,0065

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	-	-	-	-	-
- Linier	1	0,1996	0,1996	76,77**	4,07	7,59
- Kuadratik	1	0,0016	0,0016	0,61 ^{ns}	4,07	7,59
- Kubik	1	-0,0065	-0,0065	-2,5 ^{ns}	4,07	7,59
Acak	7	0,0206	0,0026			
Total	10					

** = berbeda sangat nyata pada taraf signifikansi 5 % dan 1%

* = berbeda nyata pada taraf signifikansi 5 % dan 1 %

ns = tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5% dan 1%

Karena regresi linier berbeda sangat nyata maka dihitung R^2 :

$$R^2 \text{ linier} = \frac{JK_{Linier}}{JK_{Linier} + JK_{Acak}} = \frac{0,1996}{0,1996 + 0,0206} = 0,9064$$

$$r = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,9064} = 0,9521$$

$$R^2 \text{ kuadratik} = \frac{JK_{kuadratik}}{JK_{kuadratik} + JK_{Acak}} = \frac{0,0016}{0,0016 + 0,0206} = 0,0721$$

Ternyata R^2 linier $>$ R^2 kuadratik maka R^2 linier lebih cocok digunakan untuk kurva respon.

Persamaan Regresi Linier : $Y = a + bx$

Untuk mencari persamaan ini digunakan transformasi:

Perlakuan	A	B	C	D	Total
X	42	40	38	36	156
X^2	1764	1600	1444	1296	6104
Y	0,26818	0,35529	0,83141	0,66363	2,11851
X.Y	11,2636	14,2116	31,5936	23,8907	80,9595

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{\sum XY - \sum X \cdot \sum Y / n}{\sum X^2 - (\sum X)^2 / n} \\
 &= \frac{80,9595 - (156) \cdot (2,11851) / 4}{6104 - (156^2) / 4} \\
 &= \frac{80,9595 - 82,6219}{6104 - 6084} \\
 &= \frac{-1,6624}{20} = -0,0831
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= Y - bX \\
 &= 0,5296 - (-0,0831 \cdot (156/4)) \\
 &= 0,5296 - (-3,2409) \\
 &= 3,7705
 \end{aligned}$$

Jadi persamaan liniernya

$$Y = 3,7705 - 0,0831X \text{ dan } r = 0,9521$$

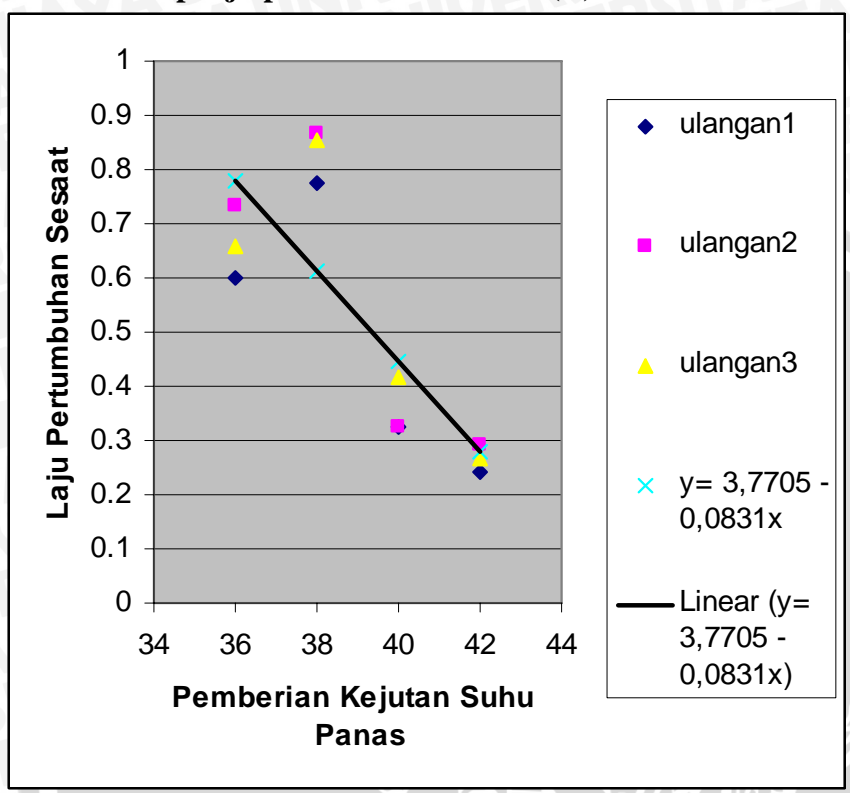
Jadi persamaan linier :

$$Y = 3,7717 - 0,0831X$$

Untuk = X = 42	→	Y = 0,2803
X = 40	→	Y = 0,4465
X = 38	→	Y = 0,6127
X = 36	→	Y = 0,7789



Grafik Hubungan antara perbedaan pemberian kejutan suhu panas (heat shock0 (X) terhadap laju pertumbuhan sesaat (Y)



1.2 Tabel 11. Data kelulushidupan benih Lobster Air Tawar

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
A	100	100	0	200	66,67
B	100	100	100	300	100
C	100	100	100	300	100
D	100	100	100	300	100
	Total			1100	

➤ **Perhitungan JK**

- Faktor Koreksi (FK) = $G^2 / 11 = 1100^2 / 12 = 1210000 / 12 = 100833,33$

- JK Total (JKT) = $(A1^2+A2^2+B1^2+....+D3^2) - FK$
 $= (100^2+100^2+100^2+....+100^2) - 100833,33$
 $= 110000 - 100833,33$
 $= 9166,67$

JK Perlakuan (JKP) = $TA^2+TB^2+TC^2+TD^2 / 3 - FK = Q$
 $= 200^2 + 300^2+300^2+300^2 / 3 - 100833,33$
 $= 103333,33 - 100833,33$
 $= 2500$

- JK Acak (JKA) = JK Total – JK Perlakuan
 $= 9166,67 - 2500$
 $= 6666,67$

Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Uji F		
				F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	2500	833,33	0,875 ^{ns}	4,35	8,45
Acak	7	6666,67	952,38			
Total	10	0				

ns = tidak berbeda nyata

Lampiran 2.

Tabel 11 Data Pengamatan Suhu

Tgl	Ulangan											
	A1	A2	A 3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
24/8	23	23		23	23	23	23	23	23	23	23	23
25/8	23,8	23		22,9	23,1	23,4	23,7	22,7	23,3	23,2	23,4	23,4
26/8	22,9	23,2		22,9	22,4	22,7	23,1	22,8	22,8	23	23,3	22,9
27/8	23	22,9		22,7	23,1	22,9	23,1	23	22,7	23,1	23	23,1
28/8	23,3	23,2		22,8	23,5	22,9	23,4	23,3	23,1	23,2	23,4	23,1
29/8	22,8	23,6		23	22,9	23,1	22,9	23,2	22,9	23,1	23	23
30/8	23,2	23,7		23,2	23,5	23,4	23,4	23,2	23,3	23,6	23,7	23,6
31/8	23,2	23		23,5	23,1	23,4	23,4	23	23,3	23	23,3	23,4
1/9	23,5	23,4		22,9	22,8	2,6	22,6	22,6	23,4	22,8	22,9	22,3
2/9	23,2	23		23,5	23,6	23,6	23,5	23,8	23,6	23,2	23,8	23,5
3/9	23,2	23,4		23,2	23	23,2	23,2	23,3	23,4	23	23	23
4/9	23,4	23,1		23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4
5/9	23,1	23,2		23,1	23,1	23,1	23,2	23,1	23,1	23,3	23,1	23
6/9	23,1	23,1		23,3	23,1	23,2	23,2	23,1	23,1	23,3	23,1	23
7/9	23,2	23,1		22,9	23,2	23,2	23,3	22,9	23,1	23	23,1	23,2
8/9	23,1	23,3		23,1	23,2	23,3	23,2	23,1	23,4	23,5	23,4	23,3
9/9	23,3	23,1		23,4	23,4	23,4	23,3	23,4	23,5	23,4	23,5	23,3
10/9	23,2	23,1		23,3	23,2	23,1	23	23	23	23	23	23
11/9	23,3	22,9		23,5	23,2	23,2	23,4	23,1	23	23,1	22,9	23,4
12/9	23,4	23		23,4	23,1	23	23,1	23,5	23,2	23,1	23	22,9
13/9	23,3	23,1		23,2	23	23,4	23	22,9	22,9	23,5	23,2	23,1
14/9	23,2	23,3		23,3	23,2	23,7	23,1	23,5	23,2	23,5	23,5	23,4
15/9	23,5	23,2		23,2	23	23,4	22,9	23,1	23	23,1	23,5	23,4
16/9	23,1	23,4		22,9	23	23	23,7	23,6	23,6	22,9	23,2	23,6

17/9	22,9	23		23	23,2	23,2	23,6	23	23,7	23,6	23,4	23,2
18/9	23	23,1		23,2	23,4	23,1	23,3	23,8	23	23	23,1	23,4
19/9	23,6	23,2		23,2	23,5	23	23	23	23,4	23,4	23,3	23,1
20/9	23	23,4		23	23	23,1	23,4	23,3	23	23,1	23,1	23,2
Total	649,	650,		650,	650,	650	650,	650,	650,	650,	650,	650,
	8	2		1	3		4	5	2	6	6	3
Rata	23,2	23,2		23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2
2	1	2		2	3	1	3	3	2	4	4	3



Tabel Data rata-rata Suhu selama penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	23,21	23,22	-	46,33	23,22
B	23,22	23,23	23,21	69,66	23,22
C	23,23	23,23	23,22	69,68	23,23
D	23,24	23,24	23,23	69,71	23,24
Total				255,38	

➤ **Perhitungan JK**

- Faktor Koreksi (FK) = $G^2 / 11 = 255,38^2 / 11 = 65218,94 / 11 = 5928,9945$

- JK Total (JKT) = $(A1^2 + A2^2 + B1^2 + \dots + D3^2) - FK$
 $= (23,21^2 + 23,22^2 + 23,22^2 + \dots + 23,23^2) - 5928,9945$
 $= 5933,6402 - 5928,9945$
 $= 4,6457$

JK Perlakuan (JKP) = $TA^2 / 2 + TB^2 + TC^2 + TD^2 / 3 - FK = Q$
 $= 46,33^2 / 2 + 69,66^2 + 69,68^2 + 69,71^2 / 3 - 5928,9945$
 $= 5929,0018 - 5928,9945$
 $= 0,0073$

- JK Acak (JKA) = JK Total - JK Perlakuan
 $= 4,6457 - 0,0073$
 $= 4,6384$

Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Uji F		
				F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,0073	0,0023	0,003667 ^{ns}	4,35	8,45
Acak	7	4,6384	0,6626			
Total	10	4,6457				

ns = tidak berbeda nyata

Lampiran 4.

Tabel 13 Data pengamatan DO

Tgl	Ulangan											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
24/8	4	4,2		4,2	4,5	4,8	4	4,3	4,1	4,1	4,2	4,2
25/8	4,3	4,1		4,9	4	4,3	4,4	4,1	4	4,1	4,1	4,5
26/8	4,1	4,2		4,2	4,3	4,2	4,1	4,5	4,1	4,2	4,1	4
27/8	4	4,3		4,2	4,1	4,1	4	4	4,1	4,1	4	4
28/8	4,1	4,2		4,1	4,3	4	4,3	4,2	4,2	4,1	4,2	4,5
29/8	4,3	4,1		4,2	4,1	4,1	4,1	4,3	4,2	4	4,3	4,1
30/8	5,8	3,6		4,9	4,9	4,6	4,9	4,8	5,4	5,5	6,3	5,8
31/8	4,1	4,3		4,2	4	4,1	4,3	4	4,1	4,2	4,1	4,2
1/9	5,9	5,4		6,5	6,2	6	6,3	5,2	6,3	5,6	6	6,1
2/9	6,1	6,1		6,5	5,3	5,3	5,3	5,4	6	5,7	5,8	5,8
3/9	6,5	6,5		7,3	6,3	6,5	6,1	6,1	6,5	6,5	5,7	5,5
4/9	5,4	6,1		5,7	5,6	6,4	4,8	6,5	6,1	7,2	4,8	5,6
5/9	6,3	6,3		4,8	6,5	7,1	7,2	4,8	5,6	6,3	5,3	5,3
6/9	5	4,8		4,9	4,4	4,6	4,5	4,6	4,5	4,6	4,8	5,4
7/9	4,9	4,8		4,6	4,8	4,5	4,5	5,1	5,4	4,5	4,3	4,5
8/9	5,7	4,8		4,5	5,1	4,8	4,7	5	5,3	4,3	5,4	5,1
9/9	4,9	4,3		5,6	5,7	5,8	5,2	5,4	5,6	5,4	5,3	5,2
10/9	5,5	5,4		6,2	5,9	5,8	5,3	6,1	4,5	5,3	5,9	6,1
11/9	4,6	5,3		6,1	5,2	4,4	6,1	5,7	5,8	4,5	5,2	6,1
12/9	5,8	5,1		5,4	5,4	5,2	5,2	5,2	5,4	5,3	4,3	4,4
13/9	5,3	4,3		4,1	4,2	4,3	4,1	4,4	4,6	4,6	4,4	4,4
14/9	4,3	4,6		4	4,5	4,9	4,9	5,4	4	4,8	4,9	5,5
15/9	4	4,4		4,6	5	4	4,6	4,6	5,3	4,9	4,5	4,5
16/9	4,8	4,7		4,7	5,2	4,4	4,4	4,9	5,1	4,9	4,9	5,8
17/9	5,3	5,8		4,3	5,5	5,1	4,6	5,7	5,3	5,3	6,5	4,6

18/9	6,2	5,8		4,7	5,8	5,8	6,2	5,9	5,3	6,1	5,6	5,1
19/9	4,8	5,8		6,3	6,5	5,7	6,2	6,1	6,3	6,1	7,1	6,3
20/9	6	6		6	6,2	6,4	6,1	5,6	5,6	6,6	6,5	6,3
Total	141	140,5		141,7	143,5	141,2	140,8	141,9	143,2	142,8	142,5	126,9
Rata2	5,04	5,02		5,06	5,13	5,04	5,03	5,07	5,11	5,10	5,09	5,10



Tabel Data rata-rata DO selama penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	5,04	5,02	-	10,06	5,03
B	5,06	5,13	5,04	15,23	5,06
C	5,03	5,07	5,11	15,21	5,07
D	5,10	5,09	5,10	15,29	5,10
Total				55,79	

➤ **Perhitungan JK**

- Faktor Koreksi (FK) = $G^2 / 11 = 55\ 79^2 / 11 = 282,957$
- JK Total (JKT) = $(A1^2+A2^2+B1^2+....+D3^2) - FK$
 $= (5,04^2+5,02^2+5,13^2+....+5,10^2) - 282,957$
 $= 282,970 - 282,957$
 $= 0,013$

JK Perlakuan (JKP) = $TA^2/2 + TB^2+TC^2+TD^2/3 - FK = Q$
 $= 10,06^2/2 + 15,23^2+15,21^2+15,29^2/3 - 282,957$
 $= 50,602 + 232,360 - 282,957$
 $= 282,962 - 282,957$
 $= 0,005$

- JK Acak (JKA) = JK Total – JK Perlakuan
 $= 0,013 - 0,005$
 $= 0,008$

Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Uji F		
				F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,005	0,00167	1,4649 ^{ns}	4,35	8,45
Acak	7	0,008	0,00114			
Total	10	0,013				

ns = tidak berbeda nyata

Lampiran 3.

Tabel 12 Data pengamatan pH

Tgl	Ulangan											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
24/8	7,19	7,46		7,47	7,47	7,29	7,46	7,50	7,29	7,40	7,48	7,32
25/8	6,47	6,92		6,72	6,28	6,43	6,48	6,43	6,19	6,20	6,41	6,48
26/8	6,35	6,60		6,31	6,88	6,02	6,13	6,89	6,21	6,29	6,20	6,36
27/8	6,26	6,56		6,42	6,49	6,08	6,27	6,18	6,09	6,26	6,10	6,27
28/8	6,10	6,19		6,16	6,13	6,03	6,08	6,09	6,09	6,50	6,03	6,23
29/8	6,79	6,84		6,88	6,81	6,69	6,78	6,91	6,71	6,80	6,82	6,91
30/8	6,94	6,96		6,95	6,60	7	7,08	6,94	7,98	7,04	7,01	7,42
31/8	6,85	6,84		6,83	6,78	6,64	6,79	6,82	6,74	6,79	6,70	6,88
1/9	6,99	7,06		7,08	6,94	6,90	6,94	6,89	6,88	6,88	6,87	7,05
2/9	6,94	6,96		6,95	6,60	7	7,08	6,94	6,98	7,04	7,01	7,03
3/9	6,92	6,95		6,96	6,81	6,72	6,93	6,77	6,85	6,76	6,80	7,10
4/9	7,55	7,54		7,57	7,55	7,50	7,54	7,44	7,56	7,38	7,46	7,38
5/9	7,52	7,62		7,63	7,46	7,41	7,49	7,32	7,28	7,34	7,50	7,36
6/9	7,86	7,87		7,78	7,87	7,83	7,73	7,95	7,74	7,73	7,99	7,74
7/9	8,27	8,11		7,93	7,99	8,01	7,98	7,95	7,98	7,97	7,89	7,98
8/9	8,30	8,24		7,95	7,94	7,94	7,98	8,02	8,01	7,97	7,91	7,92
9/9	8,33	8,18		8,01	7,98	7,99	7,99	8,13	8,10	7,97	7,91	7,75
10/9	8,20	8,17		8,14	8,01	8,01	8,03	7,85	8,02	8,01	7,93	7,72
11/9	8,28	8,16		8,01	8	7,99	8,02	7,78	7,99	8,01	7,93	7,65
12/9	8,26	8,18		8,14	7,99	8,01	8,01	7,76	8	8	7,93	7,92
13/9	8,23	8,16		7,50	8,04	8,03	8,02	7,97	8,04	8,04	7,95	7,91
14/9	8,21	8,21		7,97	8,05	8,01	8,02	7,98	8,03	8,05	8,01	7,86
15/9	8,24	8,20		7,94	8,19	8,10	8,16	7,94	8,17	8,14	8,14	7,86
16/9	8	7,89		7,12	8,10	8,10	8,16	8	8,15	8,12	8,10	7,89
17/9	8,25	7,91		7,97	8,14	8,08	8,18	7,98	8,14	8,13	8,14	8,01

18/9	7,97	7,91		7,90	8,09	8,16	8,16	8,12	8,10	8,13	8,11	8,15
19/9	7,97	7,93		7,91	8,17	8,10	8,07	8	8,14	8,04	8,10	8,15
20/9	8,01	7,93		7,97	8,10	8,11	8,07	8,04	8,03	8,10	8,07	8,15
Total	211, 25	211, 55		208, 26	209, 46	208, 18	209, 63	211, 59	208, 49	209,49	208, 50	208, 45
Rata2	7,54	7,56		7,44	7,48	7,44	7,49	7,56	7,45	7,48	7,47	7,44



Tabel Data rata-rata pH selama penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	7,54	7,56	-	15,10	7,55
B	7,44	7,48	7,44	22,36	7,45
C	7,49	7,45	7,45	22,50	7,50
D	7,48	7,47	7,44	22,39	7,46
Total				82,35	

➤ **Perhitungan JK**

▪ Faktor Koreksi (FK) = $G^2 / 11 = 82,35^2 / 11 = 616,5020$

▪ JK Total (JKT) = $(A1^2+A2^2+B1^2+....+D3^2) - FK$
 $= (7,54^2 + 7,56^2 + 7,44^2 + + 7,44^2) - 616,5020$
 $= 616,5239 - 616,5020$
 $= 0,00219$

JK Perlakuan (JKP) = $TA^2/2 + TB^2+TC^2+TD^2/3 - FK = Q$
 $= 15,10^2/2 + 22,36^2 + 22,50^2 + 22,39^2 / 3 - 616,5020$
 $= 114,005 + 502,5106 - 616,5020$
 $= 616,516 - 616,5020$
 $= 0,0136$

• JK Acak (JKA) = JK Total – JK Perlakuan
 $= 0,00219 - 0,0136$
 $= 0,0083$

Tabel Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	Uji F		
				F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,0136	0,00453	3,839 ^{ns}	4,35	8,45
Acak	7	0,0083	0,00118			
Total	10	0,0219				

ns = tidak berbeda nyata

Lampiran 5.

Pelaksanaan Pemberian Heat Shock

