

1/148  
BBN  
0824  
UNIVERSITY

**PENGUJIAN EKSTRAK UBI KAYU (*Manihot esculata*)  
SEBAGAI BAHAN ANESTESI PADA TRANSPORTASI  
UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii*) HIDUP  
TANPA MEDIA AIR**

Oleh:

**MAS AGUNG HAMZARI AKBAR HABIBIE**  
C34102055



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2006**

## RINGKASAN

**MAS AGUNG HAMZARI AKBAR HABIBIE. C34102055.** Pengujian Ekstrak Ubi Kayu (*Manihot esculata*) sebagai Bahan Anestesi pada Transportasi Udara Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) Hidup Tanpa Media Air. Dibimbing oleh **DADI R. SUKARSA.**

Peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya mengkonsumsi makanan yang sehat dan bergizi menyebabkan semakin tingginya permintaan komoditas perikanan dalam keadaan hidup. Pada transportasi hidup dengan media non-air, udang dikondisikan dalam keadaan imotil dengan memanfaatkan bahan anestesi. Salah satu bahan alami yang memiliki potensi sebagai bahan anestesi adalah ubi kayu (*Manihot esculata*). Kandungan glukosida sianogen yang ada dalam ubi kayu dapat mempengaruhi kinerja syaraf sehingga diduga dapat dimanfaatkan sebagai zat anestesi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui toksisitas dan daya anestesi ekstrak ubi kayu terhadap udang galah dalam pengangkutan sistem kering.

Pada penelitian pendahuluan, perhitungan kandungan sianida pada ubi kayu diperoleh kandungan sianida total sebesar 146 mg untuk setiap satu kilogram ubi kayu segar. Hubungan antara konsentrasi bobot ubi kayu ( $x$ ) dan kandungan sianida ( $y$ ) adalah  $y = 0,1458x + 0,0979$ . Pengujian ambang konsentrasi diperoleh nilai konsentrasi ambang bawah dan ambang atas masing-masing sebesar 10 dan 100 ppt (*part per thousand*).

Pada penelitian utama, nilai  $LC_{50}$  (*Median Lethal Concentration*)-24 jam dan  $LC_{50}$ -48 jam dari pengujian toksisitas letal masing-masing diperoleh sebesar 30 dan 24 ppt. Sedangkan nilai  $LT_{50}$  (*Median Lethal Time*) dari pengujian bioaktivitas ekstrak ubi kayu diperoleh sebesar 18,98 jam. Pada pengujian peluruhan kandungan sianida diperoleh persamaan regresi untuk media tanpa udang sebesar  $y = -6,6269x + 14,177$ , sedangkan peluruhan kandungan sianida pada media dengan udang adalah  $y = -6,761x + 12,615$ . Pada konsentrasi 4,90; 3,77; dan 3,08 ppt dapat memingsankan 50 % udang uji selama 12, 24, dan 48 jam.

Pengujian transportasi sistem kering menggunakan konsentrasi sebesar 0, 13, 17, 23, dan 30 ppt yang ditransportasikan selama 2, 4, 6, dan 8 jam. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $P \leq 0,05$ ) pada faktor konsentrasi, waktu transportasi dan interaksi, antara konsentrasi dan waktu transportasi. Konsentrasi ekstrak ubi kayu sebesar 0 dan 30 ppt memberikan hasil yang berbeda nyata dengan konsentrasi 13, 17, dan 23 ppt. Waktu transportasi 2 jam memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan waktu transportasi 4 jam, namun memberikan hasil yang berbeda nyata dengan waktu transportasi 6 dan 8 jam.

Berdasarkan uji *multiple comparisons* (Uji Tukey) kombinasi 0 ppt dengan waktu transportasi 2 jam memperoleh hasil yang tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 13 ppt dengan waktu 4 jam, konsentrasi 17 ppt dengan waktu 8 jam serta konsentrasi 23 ppt dengan waktu 4 jam. Kombinasi konsentrasi sebesar 0 ppt dengan waktu 6 jam dan kombinasi konsentrasi 30 ppt dengan waktu 8 jam memberikan hasil yang berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya.



© Hak cipta milik Institut Pertanian Bogor, tahun 2006  
Hak cipta dilindungi

*Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari  
Institut Pertanian Bogor, sebagian atau seluruhnya dalam  
bentuk apa pun, baik cetak, fotokopi, mikrofilm, dan sebagainya*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya atau cara-cara lain untuk menyebarluaskan dan reproduksi dengan  
2. Perizinan harus diajukan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Jl. Pajadaran No. 47  
3. Dilarang memperbanyak atau menyalin atau melakukan tindakan lain yang melanggar hak cipta tanpa izin tertulis dari  
4. Dilarang memperbanyak atau menyalin atau melakukan tindakan lain yang melanggar hak cipta tanpa izin tertulis dari  
5. Dilarang memperbanyak atau menyalin atau melakukan tindakan lain yang melanggar hak cipta tanpa izin tertulis dari

**PENGUJIAN EKSTRAK UBI KAYU (*Manihot esculata*)  
SEBAGAI BAHAN ANESTESI PADA TRANSPORTASI  
UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii*) HIDUP  
TANPA MEDIA AIR**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan  
Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Institut Pertanian Bogor

**MAS AGUNG HAMZARI AKBAR HABIBIE**  
C34102055

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**  
2006





# SKRIPSI

**Judul Skripsi : Pengujian Ekstrak Ubi Kayu (*Manihot esculata*) sebagai Bahan Anestesi pada Transportasi Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) Hidup Tanpa Media Air.**

**Nama : Mas Agung Hamzari Akbar Habibie**  
**NIP : C34102055**

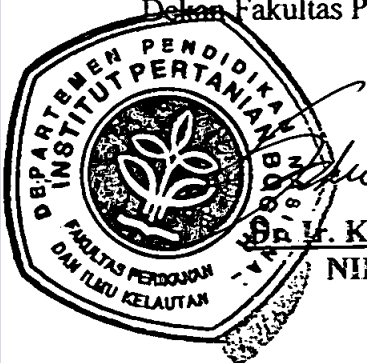
Menyetujui:

Komisi Pembimbing

**Ir. Dadi Rochmadi Sukarsa**  
**NIP 130 422 707**

Mengetahui:

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

  
**Dr. Ir. Kadarwan Soewardi**  
**NIP 130 805 031**

Tanggal lulus: 24 Agustus 2006

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nyalah penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul **Pengujian Ekstrak Ubi Kayu (*Manihot esculata*) sebagai Bahan Anestesi pada Transportasi Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) Hidup Tanpa Media Air.** Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah dan Ibunda tercinta yang selalu memberikan dorongan, do'a dan suri tauladan sehingga penulis dapat melangkah di jalan yang benar untuk menghadapi berbagai macam persoalan.
2. Bapak Ir. Dadi R. Sukarsa yang telah memberikan ide, saran, arahan serta petunjuk yang penuh arti semenjak penelusuran ide hingga proses penyusunan skripsi.
3. Bapak Edi Supriyanto dan Bapak Imam yang telah memberikan wawasan dalam bidang toksisitas selama penulis melakukan penelitian.
4. Bapak Ir. Rudi Suwandi MS, MPhill dan Dr. Tati Nurhayati SPi, MSi yang tidak henti-hentinya memberikan kritik dan perbaikan dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini sehingga menjadi sebuah tulisan yang berarti.
5. Kang Jajang, Kang Ade, Kang Deden, Ibu Soraya, teman-teman seperjuangan penelitian "Kumum De man", Eka, sahabat-sahabat THP 39 "Bangkong bersaudara", "B4", serta semua teman-teman lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Tak lupa juga penulis ucapkan kepada sahabat-sahabat di *Fish Eye community* yang selalu ada untuk menghilangkan kepenatan selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Ada istilah "tak ada gading yang tak retak", demikian juga halnya dengan penelitian ini. Kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perkembangan penulisan di masa mendatang.

Bogor, Agustus 2006

Mas Agung Hamzari Akbar Habiebie

## RIWAYAT HIDUP



Penulis adalah putra pertama dari tiga bersaudara yang dilahirkan di Bogor tanggal 27 Juni 1984 dari ayah yang bernama Dr.Ir. Arifien Habibie MS dan ibu yang bernama Eni Ariyani. Pada Tahun 2002, penulis lulus dari SMU Negeri 1 Bogor dan masuk ke perguruan tinggi Institut Pertanian Bogor melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB). Di Perguruan Tinggi ini, penulis memilih Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan sebagai pilihannya.

Selama perkuliahan, penulis menjadi asisten untuk Mata Kuliah Dasar-Dasar Mikrobiologi pada tahun ajaran 2003/2004 dan 2004/2005 serta Mata Kuliah Penanganan Hasil Perikanan pada tahun ajaran 2006/2007. Selain menjadi asisten, kegiatan keorganisasian yang diikuti selama perkuliahan adalah pengurus *IGW* Student Forum, Pengurus Perkumpulan Sayang Rakyat Remaja Bogor (PASAREBO), serta penulis pernah menjadi ketua *Fish Eye Community* yaitu organisasi yang bergerak di bidang seni fotografi.

Pada tahun 2006, penulis dinyatakan lulus dengan skripsi yang berjudul "Pengujian Esktrak Ubi Kayu (*Manihot esculata*) sebagai Bahan Anestesi pada Transportasi Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) Hidup Tanpa Media Air".

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
<b>1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Deskripsi Udang Galah.....	4
2.2 Penyediaan Udang Hidup untuk Transportasi	
2.2.1 Penanganan udang pra transportasi .....	5
2.2.2 Faktor penting dalam penampungan udang.....	6
2.3 Transportasi Sistem Kering .....	8
2.4 Persyaratan dan Persiapan Udang untuk Transportasi Kering .....	9
2.5 Media Pengisi, Pengemasan dan Kemasan .....	10
2.6 Bahan Anestesi pada Ubi Kayu .....	12
2.7 Toksisitas .....	14
2.8 Anestesi .....	15
<b>3. METODOLOGI</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	17
3.2 Bahan dan Alat	
3.2.1 Bahan .....	17
3.2.2 Alat .....	17
3.3 Metode Penelitian	
3.3.1 Aklimatiasi udang galah (Koesoemadinata 2003).....	20
3.3.2 Ekstraksi ubi kayu (Tobing 1996) .....	20
3.3.3 Persiapan wadah dan media pengisi .....	21
3.3.4 Penentuan ambang konsentrasi ekstrak ubi kayu (Koesoemadinata 2003).....	21
3.3.5 Uji toksisitas letal ekstrak ubi kayu (Koesoemadinata 2003) .....	21
3.3.6 Bioaktivitas ekstrak ubi kayu (Kasim 1991) .....	22
3.3.7 Peluruhan senyawa ekstrak ubi kayu (Kasim 1991).....	23





3.3.8	Penentuan daya anestesi ekstrak ubi kayu (Kasim 1991).....	24
3.3.9	Pengujian transportasi sistem kering (Wibowo 1993).....	24
3.4	<b>Analisis</b>	
3.4.1	Pengukuran kandungan HCN ekstrak ubi kayu (SNI 01-2997-1992) .....	25
3.4.2	Pengukuran kandungan oksigen terlarut (DO) (Effendi 1980) .....	26
3.4.3	Pengukuran suhu (Effendie 1980).....	26
3.4.4	Pengukuran derajat keasaman (pH) (Effendie 1980) .....	27
3.4.5	Pengukuran kandungan amoniak (NH <sub>3</sub> ) (Effendie 1980) .....	27
3.5	Rancangan Percobaan .....	28
4.	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Aklimatisasi Udang Galah .....	29
4.2	Kandungan HCN Ekstrak Ubi Kayu .....	29
4.3	Penentuan Ambang Konsentrasi Ekstrak Ubi Kayu .....	30
4.4	Uji Toksisitas Letal Ekstrak Ubi Kayu.....	32
4.5	Bioaktivitas Ekstrak Ubi Kayu.....	37
4.6	Peluruhan Ekstrak Ubi Kayu.....	37
4.7	Penentuan Daya Anestesi Ekstrak Ubi Kayu dengan Waktu Dedah 12, 24, dan 48 Jam.....	39
4.8	Pengujian Transportasi Sistem Kering .....	42
5.	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran .....	50
	DAFTAR PUSTAKA.....	51
	LAMPIRAN .....	55

## DAFTAR TABEL

### Halaman

1	Standar ukuran bobot udang yang berlaku di pasar internasional .....	9
2	Tahapan dan prosedur penelitian pendahuluan .....	18
3	Tahapan dan prosedur penelitian utama .....	19
4	Nilai kualitas air pada uji penentuan ambang konsentrasi .....	31
5	Nilai dugaan toksisitas ekstrak ubi kayu terhadap udang galah .....	35
6	Nilai kualitas air pada uji toksisitas letal ekstrak ubi kayu terhadap udang galah ( <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ) setelah 24 jam .....	36
7	Nilai kualitas air pada uji toksisitas letal ekstrak ubi kayu terhadap udang galah ( <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ) setelah 48 jam .....	36
8	Nilai dugaan daya anestesi ekstrak umbi ubi kayu terhadap udang .....	40
9	Kelulusan hidup udang galah pada transportasi tanpa media air .....	43

## DAFTAR GAMBAR

**Halaman**

1	Morfologi udang galah ( <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ) .....	4
2	Struktur linamarin dan lotaustralin (Simeonova <i>et al.</i> 2004) .....	13
3	Hubungan antara bobot ubi kayu dengan kandungan HCN .....	30
4	Hubungan konsentrasi ekstrak ubi kayu dengan persentase mortalitas udang galah ( <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ) dengan waktu dedah 24 jam .....	33
5	Hubungan konsentrasi ekstrak ubi kayu dengan persentase mortalitas udang galah ( <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ) dengan waktu dedah 48 jam .....	34
6	Hubungan antara log waktu pemasukan udang uji dengan probit mortalitas udang uji dalam waktu dedah 48 jam .....	37
7	Penurunan konsentrasi senyawa sianida berisi udang dan tanpa udang selama 48 jam .....	38
8	Hubungan antara log konsentrasi dengan probit % pingsan untuk waktu Pemaparan 12, 24, dan 48 jam .....	40
9	Hubungan konsentrasi (ppt) dengan jumlah udang uji yang hidup (ekor) .....	44
10	Hubungan waktu transportasi (jam) dengan jumlah udang uji yang hidup .....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
1	Hasil pengukuran HCN dalam ubi kayu.....	55
2	Analisis regresi kandungan sianida dalam ubi kayu.....	56
3	Prosedur pembuatan pereaksi pengujian Total Amoniak Nitrogen (TAN).....	57
4	Persentase un-ionized amoniak yang terlarut pada pH dan suhu yang berbeda.....	58
5	Penentuan ambang konsentrasi ekstrak ubi kayu .....	59
6	Perhitungan konsentrasi uji .....	60
7	Pengujian toksisitas letal dengan waktu pemaparan 24 dan 48 jam.....	62
8	Pengukuran pengujian toksisitas letal (Litchfield & Wilcoxon 1949).....	63
9	Analisis probit mortalitas udang galah selama waktu dedah 24 jam.....	66
10	Grafik log probit LC <sub>50</sub> -24 jam konsentrasi ekstrak ubi kayu terhadap mortalitas udang galah.....	67
11	Analisis probit mortalitas udang galah selama waktu dedah 48 jam.....	68
12	Grafik log probit LC <sub>50</sub> -48 jam konsentrasi ekstrak ubi kayu terhadap mortalitas udang galah.....	69
13	Tabel analisis probit dan persentasenya .....	70
14	Perhitungan mortalitas probit .....	71
15	Bioaktivitas ekstrak ubi kayu .....	72
16	Analisis regresi bioaktivitas ekstrak ubi kayu .....	73
17	Penurunan konsentrasi senyawa sianida dalam media air tawar dengan dan tanpa udang selama 48 jam .....	74
18	Analisis regresi peluruhan kandungan sianida total pada media uji dengan penambahan udang.....	75
19	Analisis regresi peluruhan kandungan sianida total pada media uji tanpa penambahan udang .....	76
20	Analisis regresi antara % probit udang pingsan dengan log konsentrasi selama waktu dedah 12 jam.....	77
21	Analisis regresi antara % probit udang pingsan dengan log konsentrasi selama waktu dedah 24 jam.....	78
22	Analisis regresi antara % probit udang pingsan dengan log konsentrasi selama waktu dedah 48 jam.....	79



23 Jumlah udang uji yang pulih sadar pada setiap perlakuan dan ulangan ..... 80

24 Perhitungan konsentrasi untuk pengujian sistem kering ..... 81

25 Waktu pemingsanan udang untuk transportasi sistem kering ..... 83

26 Analisis statistik pengujian sistem kering ..... 85

27 Diagram alir penanganan udang galah pra transportasi ..... 96

28 Gambar alat dan bahan uji ..... 98

29 Gambar penanganan udang galah ..... 99

1. Diunggah oleh pengguna yang terdaftar  
 2. Diunggah menggunakan layanan yang disediakan oleh IPB University  
 3. Tidak dapat diunduh atau digunakan untuk tujuan komersial  
 4. Tidak dapat diunduh atau digunakan untuk tujuan hukum  
 5. Tidak dapat diunduh atau digunakan untuk tujuan pelanggaran hak cipta  
 6. Tidak dapat diunduh atau digunakan untuk tujuan pelanggaran hak paten  
 7. Tidak dapat diunduh atau digunakan untuk tujuan pelanggaran hak merek  
 8. Tidak dapat diunduh atau digunakan untuk tujuan pelanggaran hak kekayaan intelektual lainnya  
 9. Tidak dapat diunduh atau digunakan untuk tujuan pelanggaran hukum lainnya  
 10. Tidak dapat diunduh atau digunakan untuk tujuan pelanggaran peraturan lainnya

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Beberapa negara di Asia, peningkatan untuk mengkonsumsi udang dalam keadaan hidup merupakan suatu tradisi dan kecenderungan masyarakat untuk memperoleh produk berkualitas baik sangat tinggi. Bila ditinjau dari segi harga, sebenarnya harga udang hidup jauh lebih tinggi dibandingkan udang segar. Udang yang dijual dalam keadaan hidup dapat mencapai 4 hingga 5 kali lebih tinggi dibandingkan dengan produk dalam bentuk segar maupun kaleng (Effendi 2002; Winarno 2000).

Salah satu jenis udang yang potensial untuk dipasarkan dalam bentuk hidup adalah udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). Udang yang termasuk jenis udang air tawar ini dapat mencapai ukuran besar dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, sehingga banyak dibudidayakan di beberapa daerah di Indonesia.

Distributor menerapkan transportasi sistem basah untuk memenuhi permintaan udang hidup dengan jarak yang tidak terlalu jauh. Penanganan transportasi ini digunakan bila waktu transportasi kurang dari 8 jam. Pada transportasi sistem basah, udang ditempatkan dalam suatu wadah disertai dengan lingkungan tempat hidupnya yaitu air. Faktor kualitas air seperti suhu, amoniak, oksigen terlarut (DO), dan CO<sub>2</sub> merupakan permasalahan yang sering ditemukan pada model transportasi tradisional ini.

Pemasaran udang galah untuk tingkat internasional merupakan pemasaran yang dinilai sangat prospektif. Selain jumlah permintaannya sangat tinggi, harga jual udang galah pun diapresiasi dengan mata uang negara tujuan yang apabila dikonversi akan memberikan harga yang sangat menggiurkan. Akan tetapi, transportasi sistem basah dinilai kurang efektif untuk memenuhi permintaan negara tersebut. Media air yang digunakan sebagai media hidup akan dihitung sebagai biaya transportasi. Hal tersebut akan menjadi hal yang tidak efektif bila ditinjau dari sisi ekonomi. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan memanfaatkan teknologi transportasi sistem kering. Pada transportasi sistem kering, media air tidak lagi digunakan sehingga biaya pengiriman dapat direduksi.

Pada transportasi sistem kering, udang dikondisikan dalam keadaan pingsan dengan memanfaatkan suhu rendah atau memberikan bahan anestesi, kemudian udang yang telah memasuki fase *deep sedation* diletakkan pada medium serbuk gergaji. Suhu penyimpanan dipertahankan pada suhu pemingsanan hingga ke tempat tujuan. Setelah sampai di tempat tujuan, udang dibugarkan kembali.

Bahan anestesi biasanya merupakan suatu bahan pembius atau penghilang rasa (sakit) yang dapat menyebabkan seluruh tubuh tidak merasa apa-apa (Yatim 2003). Penggunaan bahan anestesi kimia seperti MS-222 (trian metanosulfat), kuinaldin sulfat, benzokain, 1-fenoksietanol dan metomidat telah banyak digunakan untuk transportasi ikan hidup. Namun bahan anestesi ini tidak memenuhi persyaratan jika digunakan untuk transportasi ikan hidup untuk konsumsi karena meninggalkan residu yang bersifat toksik.

Adanya kekhawatiran terhadap residu dari bahan anestesi kimia tersebut menyebabkan perlunya ketersediaan bahan anestesi alami yang relatif lebih aman. Pengaruh dari sistem tradisional yang masih mendominasi kegiatan pertanian di beberapa daerah, memberi peluang yang cukup tinggi untuk memanfaatkan bahan anestesi alami. Berbagai penelitian dengan memanfaatkan bahan anestesi alami, memberikan hasil yang cukup memuaskan. Penelitian dengan memanfaatkan ekstrak rumput laut *Caulerpa sertaluroides* sebesar 30,1 % mampu mentransportasikan udang windu (*Penaeus monodon*) selama 19 jam dengan tingkat hidup sebesar 100 % (Doloksaribu 2000). Penelitian lain dilakukan dengan menggunakan ekstrak ubi kayu varietas Adira 2 sebesar 0,147 mg/l mampu mempertahankan tingkat kelangsungan hidup ikan mas ukuran 3 gram/ekor sebesar 80 % pada tingkat kepadatan 10 ekor/l selama 12 jam dalam pengangkutan sistem tertutup (Tobing 1996 *diacu dalam* Junianto 2003). Penelitian transportasi udang hidup yang memanfaatkan biji karet yang memiliki kandungan linamarin mampu mempertahankan kelangsungan hidup udang sebesar 100 % selama waktu pengangkutan 12 jam dan 70 % selama pengangkutan 18 jam pada konsentrasi cairan daging biji karet sebesar 80 ppb (Kasim 1991).

Ubi kayu merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan anestesi. Ubi kayu umumnya dimanfaatkan sebagai bahan pangan yang kaya oleh karbohidrat dan vitamin C. Kandungan glukosida sianogen yang ada

dalam ubi kayu terutama jenis ubi kayu pahit harus dihilangkan terlebih dahulu apabila digunakan untuk konsumsi karena bersifat toksik (Bagalopalan *et al.* 1988). Kandungan glukosida sianogen ini belum banyak dimanfaatkan. Padahal senyawa sianida yang terkandung didalamnya dapat mempengaruhi kinerja syaraf, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai zat anestesi (Koesoemo 1986). Dilaporkan bahwa kandungan bahan garam sianida anorganik sebesar 250 mg dapat menyebabkan kematian pada manusia. Namun demikian, pada konsentrasi di bawah 250 mg, sianida tidak akan menimbulkan bahaya, karena sifatnya yang tidak terakumulasi dalam tubuh dan sifatnya yang tidak stabil dalam lingkungan perairan. Manusia memiliki mekanisme pertahanan diri terhadap sianida berupa enzim sulfurtransferase. Enzim ini yang dapat mengkonversi sianida menjadi tiosianat yang tidak begitu berbahaya bagi tubuh (Meredith *et al.* 1982).

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan mengetahui toksisitas dan daya anestesi ekstrak ubi kayu terhadap udang galah dalam pengangkutan sistem kering.

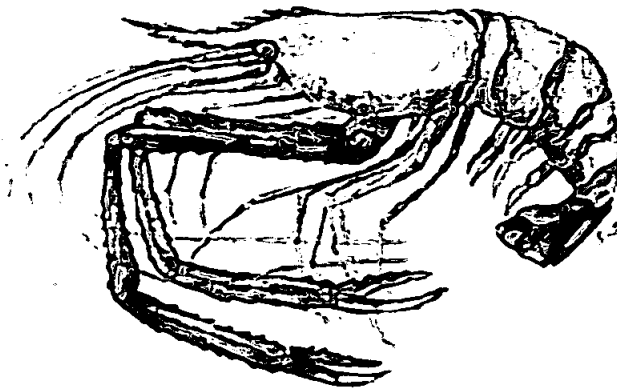


## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi Udang Galah

Udang galah termasuk Famili Palaemonidae yang hidup di air tawar. Juvenil dan udang galah dewasa memiliki tubuh yang berwarna hijau kebiruan yang merupakan salah satu ciri khas spesies makhluk hidup ini. Secara umum udang galah dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Hadie dan Hadie 2002):

- Filum : Arthropoda
- Kelas : Crustacea
- Ordo : Decapoda
- Famili : Palaemonidae
- Genus : *Macrobrachium*
- Spesies : *Macrobrachium rosenbergii*



Gambar 1 Morfologi udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*)

Seperti layaknya jenis udang yang lain, udang galah memiliki cangkang keras yang ketika pertumbuhan terjadi pengelupasan kulit atau dikenal dengan istilah *moulting*. Pada saat *moulting*, udang berada dalam kondisi yang sangat rawan terhadap kematian. Kulit udang akan menjadi keras kembali setelah 24 jam. Bagian tubuh udang galah terdiri atas kepala, badan (abdomen) dan ekor (uropoda). Bagian kepala dan dada yang menyatu dikenal juga dengan nama *Cephalothorax*. *Cephalothorax* dibungkus oleh kulit keras yang disebut karapas. Pada bagian kepala terdapat penonjolan karapas bergerigi yang disebut rostrum.

Udang galah mempunyai mata bertangkai yang terletak pada pangkal rostrum, jenis matanya termasuk mata majemuk (faset). Ciri khusus udang galah dibandingkan dengan jenis udang lainnya yaitu periopod (kaki jalan) kedua akan tumbuh dominan menyerupai galah pada saat dewasa. Secara anatomis, udang galah mempunyai rongga karapas yang dapat menyediakan oksigen terlarut bila hewan tersebut ada di darat. Jika udang galah diangkat atau berada di darat, rongga karapas ini terisi air sehingga udang dapat mengambil oksigen dari rongga tersebut untuk pernapasannya (D'abramo dan Brunson 1996<sup>a</sup>).

## 2.2 Penyediaan Udang Hidup untuk Transportasi

Penyediaan udang hidup untuk transportasi harus memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh konsumen. Oleh karena itu perlu dilakukan berbagai penanganan agar kualitas dan tingkat kebugaran udang tetap baik. Faktor yang menjadi penentu keberhasilan dalam transportasi udang antara lain penanganan udang galah pra transportasi dan faktor penting dalam penampungan udang.

### 2.2.1 Penanganan udang pra transportasi

Kondisi udang akan mempengaruhi tingkat kelulusan hidup udang, sehingga peranan teknik penanganan pra transportasi menjadi sangat penting dalam kegiatan pascapanen budidaya udang. Penanganan yang salah selama penangkapan akan menurunkan kondisi kebugaran udang, bahkan pada penanganan yang buruk akan merusak tubuh udang bagian tertentu seperti capit maupun ekor. Hal tersebut tentu saja dapat mempengaruhi tingkat kelulusan hidup udang selama transportasi. Pemanenan udang yang baik ialah pemanenan yang tidak mengakibatkan kerusakan pada bagian tubuh udang. Pemanenan tersebut harus tepat, cepat dan efisien sehingga udang tidak banyak mengeluarkan energi ketika proses penangkapan berlangsung (D'abramo *et al.* 2003).

Pemanenan udang yang umum dilakukan oleh produsen adalah dengan cara pengeringan tambak dan penangkapan dengan jaring. Pengeringan tambak dilakukan dengan membuka outlet maupun memanfaatkan pompa untuk menghisap air tambak. Setelah air surut, pemanenan dapat dilakukan dengan menjaring udang dengan menggunakan net/jaring. Setelah ditangkap, udang secepatnya ditaruh dalam wadah atau tangki yang dilengkapi dengan aerasi. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga tingkat kebugaran udang (Hadie dan Hadie

2002). Animal Aid Factlife (2003) menyatakan bahwa sebaiknya pemanenan dilakukan pada pagi hari ketika suhu udara masih rendah dan tingkat kelembabannya tinggi. Pada kondisi tersebut, daya tahan udang di luar habitat akan lebih tinggi dibandingkan ketika pemanenan dilakukan siang hari. Suhu udara 25 °C dan kelembaban lebih dari 70 % merupakan keadaan yang cukup baik untuk pemanenan udang.

Setelah pemanenan, udang dibawa ke tempat penampungan sementara. Pada tempat tersebut dilakukan penyeleksian terhadap udang. Hal tersebut dapat mereduksi tingkat kematian. Kondisi udang yang tidak baik segera dipisahkan dan hanya udang berkondisi prima saja yang ditransportasikan. Selama di tempat penampungan, tingkat kebugaran udang tetap dijaga. Udang ditempatkan dalam penampungan yang dilengkapi dengan sistem resirkulasi, aerasi, dan filtrasi. Berbagai sistem ini cukup efektif untuk meningkatkan daya tahan udang dan menjaga kualitas air (D'abramo *et al.* 2003).

### 2.2.2 Faktor penting dalam penampungan udang

Air merupakan elemen yang paling penting bagi kehidupan udang. Sama seperti halnya ikan, udang galah juga memerlukan kualitas air yang baik dalam bak penampungan. Apabila kualitas air buruk, maka udang akan mengalami stres yang akan mempercepat kematian. Karakteristik fisika dan kimia air ini sangat mendasar dan sangat berpengaruh pada udang. Adapun karakteristik tersebut meliputi suhu, keasaman (pH), salinitas, O<sub>2</sub> terlarut, kandungan nitrogen, gas lain, material biologi, dan partikel organik atau material tersuspensi (Lesmana 2004).

Udang termasuk binatang berdarah dingin (*poikilothermal*), sehingga metabolisme dalam tubuh tergantung pada suhu lingkungannya, termasuk kekebalan tubuhnya (Wardoyo dan Djokosetyanto 1988). Udang dapat hidup dengan normal pada kisaran suhu 21 hingga 32 °C. Namun suhu optimal untuk pertumbuhan udang galah adalah antara 28-30 °C. Pada suhu dibawah 20 °C atau diatas suhu 32 °C udang galah akan mengalami stres yang berdampak pada mudahnya udang terkena serangan penyakit. Sedangkan pada suhu diatas 35 °C, udang galah akan mengalami stres berlebihan yang dilanjutkan dengan kematian. Kenaikan suhu akan mempengaruhi kandungan oksigen yang terlarut di dalam air. Semakin tinggi suhu, kandungan oksigen terlarut akan semakin rendah.

Rendahnya kandungan oksigen dalam lingkungan dapat mengakibatkan kematian pada udang (Khairuman dan Amri 2004). Peningkatan suhu dapat memicu peningkatan daya toksisitas suatu pencemar terhadap organisme perairan (Koeman 1983).

Derajat keasaman (pH) air optimal untuk pertumbuhan udang galah adalah 6,5 hingga 10 (D'abramo dan Brunson 1996<sup>b</sup>). Sehingga apabila kualitas air berada diluar kisaran tersebut perlu ditambahkan bahan kimia agar pH mencapai kondisi yang diinginkan. Derajat keasaman (pH) sangat penting sebagai pengatur kualitas air karena pH dapat mengontrol laju kecepatan reaksi beberapa bahan di dalam air. Penurunan nilai pH dapat dilakukan dengan cara mengalirkan air melewati gambut atau mengganti sebagian air dengan air yang berkesadahan rendah (air hujan, air yang direbus, air suling). Sedangkan untuk menaikkan nilai pH dapat dilakukan dengan memberikan aerasi yang intensif, melewatkan air melalui pecahan koral, kulit kerang, maupun batu kapur (O-FISH 2006).

Kandungan O<sub>2</sub> yang disarankan agar udang hidup dengan baik ialah lebih dari 5 ppm (mg/l). Sedangkan udang akan mengalami kematian apabila kandungan O<sub>2</sub> dalam habitat hidupnya menurun drastis mencapai  $0,9 \pm 0,1$  mg/l. Beberapa kondisi yang mempengaruhi kandungan oksigen dalam bak penampungan adalah bahan buangan dan metabolisme udang (D'abramo dan Brunson 1996<sup>b</sup>).

Nitrogen dalam air dapat berbentuk amoniak (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>) maupun nitrat (NO<sub>3</sub>). Senyawa ini merupakan gas nitrogen buangan dari hasil metabolisme udang oleh perombakan protein, yaitu berupa kotoran (feses dan urine). Selain itu, senyawa nitrogen juga dapat berasal dari sisa pakan yang ada dalam lingkungan perairan. Amoniak merupakan kompetitor kuat oksigen dalam berikatan dengan hemoglobin darah, sehingga kandungan amoniak dalam konsentrasi tinggi akan berdampak buruk pada kesehatan ikan bahkan kematian. Substansi ini sangat beracun, terutama pada pH tinggi. Ketahanan udang terhadap amoniak bervariasi menurut jenis dan stadiannya. Konsentrasi amoniak sebesar 0,45 mg/l akan menghambat laju pertumbuhan sebesar 50 % (Wardoyo dan Djokosetyanto 1988).

Animal Aid Factlife (2003) menyatakan bahwa kondisi penampungan yang baik dapat dipertahankan ikan/udang dalam kondisi bugar sampai tiba saatnya untuk ditransportasikan. Oleh karena itu yang perlu diperhatikan dalam penampungan udang adalah bak penampungan harus selalu bersih dari kotoran dan udang yang mati selama penampungan harus segera dipisahkan. Faktor lain yang perlu ditangani yaitu pengontrolan pH, suhu dan menempatkan bak penampungan pada tempat yang tertutup.

### 2.3 Transportasi Sistem Kering

Transportasi udang hidup pada dasarnya adalah memindahkan udang hidup dari suatu tempat ke tempat yang lain di dalam suatu wadah/kontainer yang memiliki berbagai keterbatasan persyaratan hidup dibandingkan dengan lingkungan asalnya. Selama transportasi akan terjadi berbagai perubahan lingkungan yang sangat mendadak. Perubahan yang drastis ini dapat mengakibatkan kematian udang, sehingga perlu dilakukan modifikasi media transportasi agar perubahan-perubahan tersebut dapat direduksi.

Transportasi udang hidup dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu transportasi sistem basah dan transportasi sistem kering (Junianto 2003). Transportasi sistem kering merupakan pengangkutan udang hidup dengan menggunakan media pengangkutan nonair. Pada sistem transportasi ini udang dikondisikan dalam keadaan tenang atau aktivitas dan metabolismenya rendah. Teknik yang disebut juga dengan imotilisasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan suhu rendah maupun bahan anestesi (Wibowo 1993).

Permasalahan yang dihadapi pada transportasi komoditas perikanan hidup adalah bagaimana cara menekan aktivitas metabolisme ikan/udang agar kebutuhan oksigen dan hasil metabolismenya serendah mungkin. Berbagai cara yang dilakukan untuk menekan metabolisme pada transportasi dapat meningkatkan kelulusan hidup komoditas perikanan hidup (Tseng 1987).

Transportasi sistem kering memanfaatkan serbuk gergaji, serutan kelapa, maupun rumput laut sebagai media dalam kemasan pengangkutan (Junianto 2003). Suhu memiliki peranan yang sangat penting agar udang tetap berada dalam kondisi basal. Pada kondisi ini, kadar oksigen yang dikonsumsi udang sangat minimal, yakni hanya untuk mempertahankan hidup saja. Pada transportasi

tanpa media air, rongga karapas udang dapat menyimpan air sehingga oksigen yang terdapat dalam air dapat diserap untuk keperluan metabolisme tubuh (Prasetyo 1993).

Kelulusan hidup udang selama transportasi sistem kering dipengaruhi oleh suhu media dan posisi udang dalam kemasan. Ugang yang mati sebagian besar berada di lapisan bawah kemasan serta udang berdekatan dengan es. Suhu yang sangat rendah (dibawah suhu pemingsanan) tidak dapat ditoleransi oleh udang selama transportasi sehingga udang akan kedinginan dan mati (Suparno *et al.* 1994).

#### 2.4 Persyaratan dan Persiapan Ugang untuk Transportasi Kering

Ugang yang akan ditransportasikan dalam keadaan hidup dipersyaratkan memiliki ukuran komersial untuk konsumsi, yaitu  $\geq 30$  gram/ekor atau berukuran 30/40 tetapi di bawah 70 gram/ekor. Kondisi yang dipersyaratkan adalah udang yang sehat, tidak cacat fisik dan tidak sedang berganti kulit (*moulting*). Ugang yang *moulting* dan kurang sehat memiliki daya tahan hidup rendah sehingga peluang mati akan tinggi selama pengangkutan. Persyaratan udang berdasarkan bobot yang berlaku di pasar internasional dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Standar ukuran bobot udang yang berlaku di pasar internasional

No.	Jumlah Ugang Per-pounds	Ugang Jumlah per 2 kg
1.	1 – 8	1 – 35
2.	9 – 12	35 – 53
3.	13 – 15	54 – 66
4.	16 – 20	67 – 86
5.	21 – 25	87 – 110
6.	26 – 30	111 – 132
7.	31 – 40	133 – 176
8.	41 – 50	177 – 220
9.	50 – 60	221 – 264
10.	61 – 70	265 – 308
11.	71 – 90	309 – 396
12.	lebih dari 91	lebih dari 397

Sumber : Wibowo (1990)

Penentuan kondisi udang dapat dilihat berdasarkan aktivitas dan perilaku udang ketika penampungan. Ugang yang sehat ditandai dengan pergerakan yang aktif, pergerakan kaki renang aktif dan cepat, dan sangat peka terhadap sedikit

rangsangan. Sebelum ditransportasikan udang sebaiknya dipuasakan selama 24 jam. Pemuasaan adalah suatu usaha yang dilakukan untuk mengosongkan saluran pencernaan dan mengurangi bahan buangan aktivitas metabolisme pada saat transportasi. Manfaat lain dari proses pemuasaan adalah mengurangi stres selama perjalanan. Mengurangi aktivitas metabolisme udang yang mengakibatkan penurunan konsumsi  $O_2$  dan sisa ekskresi metabolisme. Kondisi ini dapat menurunkan tingkat stres pada ikan/udang yang diangkut. Pemeriksaan kesehatan udang dapat dilakukan dengan mengamati aktivitas dan perilaku udang di dalam air (Subasinghe 1997). Udang yang sehat biasanya sangat gesit, responsif dan sangat aktif. Posisi tubuh udang tegak dengan gerakan kaki renang aktif dan cepat dan bila udang diangkat dari air akan meloncat.

Udang yang ditransportasikan sebaiknya adalah udang yang sehat. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi resiko kematian ketika ditransportasikan. Sebelum ditransportasikan hidup secara kering, pembiusan mutlak diperlukan agar udang mudah untuk ditangani. Namun demikian, sebelum proses pembiusan udang perlu dipuasakan minimal selama 24 jam agar udang tidak memuntahkan zat anestesi (Kania 1995).

## 2.5 Media Pengisi, Pengemasan, dan Kemasan

Media pengisi dan kemasan transportasi merupakan peralatan yang mendukung keberhasilan transportasi. Media pengisi yang baik memiliki kapasitas panas yang memadai, tidak bersifat toksik, mampu mempertahankan kelembaban, memiliki tekstur yang halus, tidak mudah rusak dan harganya murah. Media pengisi kemasan yang umum digunakan meliputi serbuk gergaji, sekam padi, serutan kayu, rumput laut, dan kertas koran (Wibowo 1993).

Fungsi utama bahan pengisi dalam pengangkutan udang hidup sistem kering adalah mempertahankan agar posisi udang tidak bergeser dalam kemasan, mempertahankan suhu rendah, dan memberi lingkungan udara yang memadai untuk kelangsungan hidup udang atau lobster (Junianto 2003).

Serbuk gergaji memiliki beberapa keunggulan dibandingkan jenis media lain, yaitu mampu mempertahankan suhu rendah selama 9 jam tanpa bantuan es dan tanpa beban didalamnya. Kondisi ini ditampilkan oleh serbuk gergaji yang dilembabkan dengan air laut dengan perbandingan 4 bagian serbuk gergaji

berbanding 3 bagian air laut . Selain itu, serbuk gergaji mempunyai panas jenis yang lebih besar dari sekam dan serutan kayu, daya serap air yang tinggi dan harganya murah (Junianto 2003). Bahan pengisi lain seperti rumput laut memiliki tingkat kelembaban yang lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk gergaji. Namun demikian, rumput laut yang membusuk akan memproduksi amoniak yang bersifat toksik bagi udang (Terchunian *et al.* 1999).

Media transportasi yang digunakan untuk transportasi udang hidup sistem kering sebaiknya adalah serbuk gergaji dari jenis kayu yang tidak menghasilkan racun, tidak berbau tajam, bersih, dan tidak mengandung bahan berbahaya lain (Wibowo 2001 *diacu dalam* Pramono 2002).

Serbuk gergaji dibersihkan dari benda-benda asing seperti potongan kayu, kawat, paku, dan lainnya. Proses pencucian dilakukan untuk mengurangi kandungan getah (terpentin) kayu dan bahan berbahaya lainnya. Setelah proses pencucian, serbuk gergaji ditiriskan dan dijemur hingga kering. Serbuk gergaji kering tersebut dilembabkan dengan air sebanyak 50 % dari berat serbuk gergaji. Air yang digunakan untuk melembabkan serbuk gergaji adalah air yang sesuai dengan persyaratan hidup udang (Junianto 2003).

Eksportir mengemas udang atau lobster dalam satu kotak pengemas sebanyak empat sampai lima lapis yang masing-masing diselingi serbuk gergaji. Setelah itu kotak pengemas disegel dengan lakban. Pengemasan untuk transportasi udang hidup untuk tujuan ekspor umumnya menggunakan kotak *styrofoam* sebagai kemasan (Subasinghe 1997). *Styrofoam* berfungsi sebagai insulator panas dari luar yang akan masuk ke dalam kemasan. Kotak *styrofoam* digunakan sebagai kemasan primer dan kotak karton kardus sebagai kemasan sekunder. Tujuan dari penggunaan karton kardus adalah untuk menekan goncangan selama pengangkutan dan memperbaiki penampilan atau estetika kemasan. Kotak karton kardus yang digunakan sebaiknya berdinding ganda yang dilapisi dengan lilin. Lapisan lilin ini dimaksudkan untuk mencegah kerusakan kotak karton karena kelembaban yang tinggi selama pengemasan (Junianto 2003).

Kotak *styrofoam* digunakan sebagai kemasan primer dalam transportasi komoditas perikanan hidup untuk menghindari penetrasi panas yang dapat



merubah suhu di dalam kotak pengemas. Kenaikan suhu di dalam kemasan dapat meningkatkan aktivitas metabolisme yang berakibat fatal bagi udang yang dikemas (Geankolis 1987).

Konstruksi kemasan dalam media kering ada tiga, yaitu konstruksi kemasan berlapis, konstruksi bertingkat dan konstruksi kemasan sistem rak. Penilaian susunan dan konstruksi didasarkan pada (1) fungsi melindungi; (2) efisiensi kemasan; (3) kapasitas dingin; dan (4) stabilitas suhu kemasan. Efisiensi kemasan yang paling tinggi adalah tipe kemasan berlapis dengan efisiensi sebesar 50 % (Prasetyo 1993).

Suhu kemasan dapat dipertahankan sebesar 15, 20 maupun 25 °C dengan menggunakan butiran es seberat 115-1600 gram, 1120-1450 gram, dan 990-1325 gram yang dibungkus dengan plastik. Butiran es diletakkan pada bagian atas atau bawah kemasan Alternatif lain ialah meletakkan bongkahan es di sudut kemasan. Butiran es dimasukkan ke dalam plastik kemudian dibungkus dengan kertas koran (Ali 2006).

## 2.6 Bahan Anestesi pada Ubi Kayu

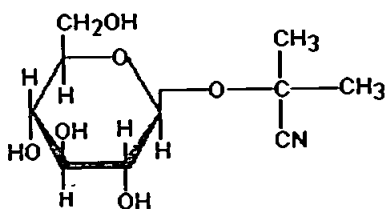
Ubi kayu (*Manihot esculata*) merupakan tanaman yang banyak tumbuh pada daerah tropis dan termasuk Ordo Malpighiales. Pemanfaatan ubi kayu terutama sebagai bahan pangan yang bernilai ekonomis rendah. Sebelum dikonsumsi ubi kayu diproses terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan glukosida sianogen yang bersifat toksik terhadap makhluk hidup pada dosis tinggi.

Ubi kayu (*Manihot esculata*) memiliki sistem perlindungan tubuh untuk mempertahankan diri dari serangan organisme lain. Senyawa tersebut dikenal dengan glukosida sianogen. Glukosida sianogen ubi kayu umumnya ditemui dalam bentuk senyawa linamarin dan lotaustralin (metal linamarin) (Cooke 1978). Namun demikian, senyawa linamarin memiliki proporsi yang lebih tinggi (95 %) dibandingkan dengan senyawa lotaustralin (5 %) (Sayre 2004).

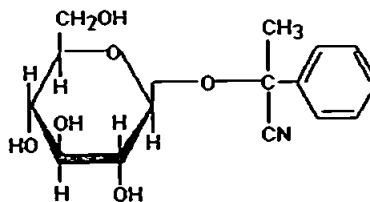
Linamarin, dengan bantuan katalis enzim linamarinase akan terhidrolisis menjadi glukosa dan asetonsianohidrin sedangkan lotaustralin diubah menjadi sianohidrin dan glukosa. Dalam kondisi netral atau basa, asetonsianohidrin

terpecah menjadi aseton dan  $\text{HCN}/\text{CN}^-$  (Hidayat *et al.* 2003). Struktur kimia dari senyawa linamarin dan lotaustralin tercantum pada Gambar 2.

Linamarin



Lotaustralin



Gambar 2. Struktur linamarin dan lotaustralin (Simeonova *et al.* 2004)

Ubi kayu memiliki tiga bentuk sianogen, yaitu linamarin (+ metal linamarin), asetonsianohidrin, dan  $\text{HCN}/\text{CN}^-$ . Ketiga bentuk senyawa tersebut dikenal sebagai total sianogen. Kadar sianogen potensial pada ubi kayu berkisar antara 15-400 mg/kg ubi kayu segar (FSANZ 2004). Diantara ketiga bentuk senyawa tersebut, yang memberikan dampak bahaya bagi tubuh adalah sianogen dalam bentuk  $\text{HCN}/\text{CN}^-$  dan asetonsianohidrin. Asetonsianohidrin dalam kondisi alkalin akan berubah cepat menjadi ion sianida, sedangkan linamarin, memiliki sifat kimia yang relatif stabil, dan mudah keluar tubuh sebelum pecah menjadi senyawa-senyawa sianogen yang lebih sederhana (Hidayat dan Damardjati. 2003). Berdasarkan kandungan sianida yang terkandung, ubi kayu digolongkan menjadi *sweet cassava* (40-130 ppm), *non-bitter cassava* (30-190 ppm), *bitter cassava* (80-412 ppm) dan *very bitter cassava* (280-490 ppm) (FSANZ 2004).

Keberadaan kandungan HCN dalam ubi kayu dapat bersifat toksik bagi organisme perairan, namun demikian pada konsentrasi tertentu HCN dapat berfungsi sebagai bahan anestesi (Bagalopalan *et al.* 1988). Konsentrasi sub-lethal sianida dapat menurunkan kinerja syaraf bahkan dapat menghilangkan kesadaran (FSNET 2005). Disisi lain, ekstrak ubi kayu dapat digunakan sebagai senyawa anestesi pada komoditas perikanan. Salah satunya adalah pemanfaatan ubi kayu dalam transportasi ikan mas hidup (Junianto 2003).

## 2.7 Toksisitas

Toksisitas merupakan kemampuan atau daya racun suatu bahan yang dapat menyebabkan keracunan. Sedangkan toksikan adalah materi atau agen yang mampu menghasilkan efek merugikan pada sistem biologi yang akan menyebabkan kematian. Beberapa jenis toksikan yang umum ditemui adalah pestisida, klorin, limbah industri yang umumnya bersifat racun dan karsinogenik (Koeman 1983).

Parameter kualitas air seperti temperatur, kesadahan air, pH, dan oksigen terlarut umumnya digunakan untuk mengetahui pengaruh dari bahan tercemar yang ada di dalam perairan (Abel 1989). Sedangkan faktor lain yang mempengaruhi pengukuran toksisitas adalah waktu dedah (*exposure time*), cara pendedahan, dan sifat fisika dan kimia bahan tersebut. Jenis dan stadia organisme juga berpengaruh pada pengukuran tingkatan toksisitas suatu bahan (Cassaret dan Donev 1975).

Toksisitas suatu bahan dapat ditentukan dengan mengkaji besarnya (dalam persen) kematian populasi organisme uji. Salah satunya adalah dengan menggunakan uji toksisitas bahan uji terhadap hewan uji yaitu konsentrasi terkecil pada saat kematian 100 % hewan uji. Namun, tingkat toksisitas suatu bahan sering digunakan tingkat kematian populasi 50 % hewan uji pada berbagai waktu dedah ( $LC_{50}$ ) (Cassaret dan Donev 1975).

Kinerja toksik dalam mempengaruhi suatu organisme pada umumnya melalui tiga fase (Koeman 1983):

### a. fase eksposisi

penyerapan suatu zat oleh suatu objek biologi yang akan memberikan pengaruh berupa efek biologi atau toksik setelah absorpsi zat tersebut.

### b. fase farmakokinetik (toksokinetik)

penyerapan suatu zat dalam bentuk aktif di dalam peredaran darah atau yang mencapai tempat bekerjanya sistem syaraf.

### c. fase farmakodinamik (toksodinamik)

fase farmakodinamik atau toksodinamik meliputi interaksi antara molekul zat obat atau zat racun dan tempat kerja spesifik yaitu reseptor.

## 2.8 Anestesi

Anestesi merupakan suatu kondisi ketika sebagian atau seluruh tubuh kehilangan kemampuan kesadaran. Pada bagian tubuh yang diberikan suatu zat/obat maka bagian tubuh tersebut akan kehilangan kemampuan untuk merespon rangsangan dari luar. Selain kehilangan respon, anestesi dapat pula dapat menyebabkan kehilangan kesadaran. Hal ini disebabkan karena pengaruh zat/obat yang dimasukkan ke dalam tubuh tersebut mempengaruhi sistem syaraf. Zat/obat anestesi dapat dimasukkan ke dalam tubuh dengan cara disuntik, dihisap, maupun bersinggungan secara langsung dengan anggota tubuh (Furlong 2004). Anestesi dapat disebabkan adanya pengaruh dari senyawa-senyawa kimia, suhu yang dingin, arus listrik, dan penyakit. Anestesi yang terjadi pada sistem syaraf pusat menyebabkan organisme tidak sadar atau pingsan (Achmadi 2005)

Bahan anestesi mengganggu secara langsung maupun tidak langsung terhadap keseimbangan kationik tertentu di dalam otak selama masa anestesi (Willford 1970). Gangguan keseimbangan ionik yang disebabkan adanya sianida karena sianida akan menginaktivasi enzim sitokrom dalam sel mitokondria dengan mengikat ion  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  yang terkandung dalam enzim. Adanya pengikatan ion  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  akan menyebabkan penurunan penggunaan oksigen di dalam jaringan tubuh sehingga dapat menyebabkan udang tersebut mati rasa (pingsan) akibat kinerja syaraf kurang berfungsi. Pembiusan (anestesi) akan menyebabkan penurunan laju respirasi pada udang, hal ini sangat menguntungkan dalam praktek transportasi (FSANZ 2004).

Proses terjadinya pemingsan meliputi tiga tahap (Wright dan Hall 1961):

- berpindahannya bahan pembius dari lingkungan ke dalam alat pernapasan suatu organisme
- difusi membran dalam organisme tubuh yang menyebabkan terjadinya penyerapan bahan pembius ke dalam darah.
- sirkulasi darah dan difusi jaringan menyebarkan substansi tersebut ke seluruh tubuh.

Kecepatan distribusi dan penyerapan oleh sel ini sangat beragam, tergantung pada persediaan darah dan kandungan lemak pada setiap jaringan (Wright dan Hall 1961).

Prinsip anestesi adalah menekan metabolisme udang hingga masuk ke dalam metabolisme basal. Karena pada fase ini, udang masih dapat bertahan hidup hanya dengan kebutuhan yang minimal dan menghasilkan metabolisme yang minimal pula. Proses pembiusan adalah suatu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi aktivitas ikan selama transportasi yang berprinsip menekan metabolisme udang sehingga mampu mempertahankan hidup lebih lama dalam kondisi yang tidak normal. Prinsip tersebut bermanfaat untuk pengangkutan ikan/udang hidup baik pada media air maupun media non air (Tseng 1987).



### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari hingga April 2006, bertempat di Laboratorium Fisika Kimia Teknologi Hasil Perikanan, Laboratorium Lingkungan Budidaya Perikanan, Institut Pertanian Bogor, dan Laboratorium Analitik, Badan Litbang Pertanian, Pusat Penelitian Peternakan Bogor.

#### 3.2 Bahan dan Alat

Penelitian ini terdiri dari bahan utama dan bahan pembantu yang digunakan dalam berbagai rangkaian percobaan. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi peralatan yang digunakan untuk aklimatisasi, analisis kandungan total sianida, dan peralatan untuk pengukuran kualitas air.

##### 3.2.1 Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) berbobot 25-30 gram/ekor yang diperoleh dari petani Desa Ciapus dan ubi kayu (*Manihot esculata*) berumur 8 bulan yang diperoleh dari petani di Desa Cimahpar. Sedangkan bahan pembantu adalah bahan-bahan yang digunakan untuk aklimatisasi, analisis kandungan total sianida, bahan pengisi untuk transportasi sistem kering, serta bahan untuk pengujian kualitas air

Bahan yang digunakan untuk aklimatisasi meliputi pakan bermerek "miki" dan Metilen Blue. Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisis kandungan total sianida meliputi akuades, asam tartrat 10 %, NaOH 40 %, KI 10 %, dan 0,1N AgNO<sub>3</sub>. Bahan pembantu yang digunakan untuk transportasi sistem kering adalah lakban, es batu, plastik, serbuk gergaji, dan kotak styrofoam. Bahan yang digunakan untuk pengukuran kualitas air meliputi fenat, kloroks, dan mangan sulfat.

##### 3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan untuk aklimatisasi udang galah, pengujian toksisitas dan pengujian anestesi terdiri atas akuarium, aerator berkekuatan 500 watt, saringan, selang udara, infus, stopwatch, dan perlengkapan untuk

penyifonan. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis kandungan sianida total meliputi labu didih, corong, erlenmeyer, pipet otomatis, pipet tetes, perangkat destilasi, dan buret. Peralatan yang digunakan untuk pengukuran kualitas air meliputi termometer, pH-meter, DO-meter, dan spektrofotometer.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Secara umum, tahapan dan prosedur penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Tahapan dan prosedur penelitian pendahuluan

Kegiatan	Prosedur	Parameter Pengamatan
1. Aklimatisasi udang galah	Udang galah diadaptasikan pada akuarium laboratorium	Mortalitas udang
2. Ekstraksi ubi kayu	Ekstraksi ubi kayu berdasarkan metode Tobing (1996) <i>diacu dalam Junianto (2003)</i>	Rendemen HCN
3. Persiapan media dan bahan pengisi	Persiapan <i>styrofoam</i> dan serbuk gergaji	Ukuran <i>styrofoam</i> , kapasitas udang dalam serbuk gergaji
4. Pengujian ambang konsentrasi ekstrak ubi kayu	Pendedahan 5 ekor udang uji selama 48 jam pada konsentrasi ekstrak ubi kayu $10^{-2}$ , $10^{-1}$ , $10^0$ , $10^1$ , $10^2$ ppt	Mortalitas udang Parameter kualitas air

Tabel 3 Tahapan dan prosedur penelitian utama

Kegiatan	Prosedur	Parameter Pengamatan
1. Pengujian toksisitas letal ekstrak ubi kayu	Pendedahan 5 ekor udang uji selama 48 jam pada 5 konsentrasi uji berdasarkan interval geometrik	Mortalitas udang pada waktu dedah 24 dan 48 jam berdasarkan perubahan konsentrasi ekstrak
2. Pengujian bioaktivitas ekstrak ubi kayu	Pendedahan 5 ekor udang uji selama 48 jam pada ekstrak ubi kayu dengan umur ekstrak yang berbeda	Mortalitas udang
3. Pengujian peluruhan senyawa ekstrak ubi kayu	Pengukuran kandungan sianida pada ekstrak ubi kayu dengan atau tanpa penambahan udang uji	Kandungan sianida dalam media uji
4. Pengujian daya anestesi	Pendedahan 5 ekor udang uji selama 48 jam dengan menggunakan 5 konsentrasi uji	Jumlah udang pingsan
5. Pengujian transportasi sistem kering	5 ekor udang uji dipingsankan dengan 5 konsentrasi kemudian ditransportasikan selama 2, 4, 6, dan 8 jam	Jumlah udang yang sadar kembali setelah pengujian berakhir.

Hasil pengujian toksisitas letal dan pengaruh zat anestesi digunakan sebagai pedoman untuk menentukan kisaran konsentrasi yang digunakan dalam transportasi sistem kering. Pada pengujian toksisitas berprinsip pada seberapa besar respon (kematian) yang dihasilkan dengan adanya kandungan sianida dalam



bahan terhadap udang uji selama waktu tertentu. Sedangkan pengujian zat anestesi berprinsip pada seberapa besar konsentrasi yang dapat digunakan untuk mempengaruhi respon udang sehingga memasuki fase *sedation*.

### 3.3.1 Aklimatisasi udang galah (Koesoemadinata 2003)

Udang galah diadaptasikan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian. Akuarium yang digunakan untuk adaptasi berukuran  $100 \times 50 \times 40 \text{ cm}^3$ . Air yang digunakan adalah air tanah yang telah diendapkan dan diaerasi selama dua hari untuk menghilangkan klorin dan senyawa-senyawa beracun lainnya. Tahap aerasi juga berfungsi untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam media uji. Selama masa adaptasi, udang diberi pakan komersial dengan merek "miki" seberat 3 % dari bobot tubuh udang sebanyak 2 kali sehari. Pakan yang tidak dikonsumsi, disifon agar tidak mengganggu kehidupan udang. Kesehatan dan kelayakan kondisi udang ditentukan berdasarkan persyaratan yang terdapat dalam pedoman pengujian toksisitas. Adapun kriteria yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

- stok populasi udang tidak layak digunakan untuk percobaan bila selama 7 hari masa adaptasi mortalitas udang  $\geq 10 \%$  dari populasi.
- bila angka mortalitas udang tercatat antara 5 % dan 10 %, maka masa adaptasi dilanjutkan selama 7 hari, dan bila setelah masa pengamatan tambahan 7 hari tersebut angka mortalitas udang  $\leq 5 \%$ , stok populasi udang layak digunakan untuk percobaan.
- stok populasi udang tidak layak digunakan untuk percobaan bila pada masa adaptasi ada wabah penyakit, atau bila jumlah ikan yang cacat atau abnormal  $\geq 1 \%$  dari jumlah udang dalam stok populasi tersebut.

### 3.3.2 Ekstraksi ubi kayu (Tobing 1996 *diacu dalam* Junianto 2003)

Proses ekstraksi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- ubi kayu dibersihkan dari tanah yang masih melekat pada umbi;
- ubi kayu disortasi berdasarkan ukuran;
- setelah disortasi, ubi kayu dipotong kecil-kecil dan digiling dengan blender hingga halus selama  $\pm 10$  menit;

- d. sebanyak 500 gram bubur ubi kayu tersebut kemudian ditambah air sebanyak 1 liter lalu disentrifuse menggunakan *magnetic stirrer* selama  $\pm$  1 jam;
- e. ekstrak kasar tersebut kemudian disaring dengan menggunakan kain blacu;
- f. ekstrak disaring dengan kertas saring;
- g. ekstrak siap pakai;
- h. ekstrak ubi kayu yang akan digunakan diukur kandungan HCNnya.



### 3.3.3 Persiapan wadah dan media pengisi

Wadah untuk uji transportasi tanpa media air adalah kotak *styroform* berukuran  $37 \times 24 \times 16 \text{ cm}^3$  (p x l x t) dengan jumlah kepadatan 5 ekor udang pada masing-masing styrofoam. Media pengisi yang digunakan untuk transportasi kering adalah serbuk gergaji. Serbuk gergaji kayu kamper diperoleh dari pengrajin kayu di daerah Darmaga. Serbuk gergaji disaring dan dicuci dengan air bersih berulang kali. Setelah proses pencucian, serbuk gergaji direndam selama 24 jam dan dikeringkan dengan sinar matahari. Proses tersebut dilakukan pada saat media serbuk gergaji akan digunakan sebagai media kemasan. Serbuk gergaji kering dicampur dengan air tawar dengan perbandingan 1 : 1. Serbuk gergaji yang telah lembab dimasukkan ke dalam lemari pendingin untuk menurunkan suhu mencapai  $2-3 \text{ }^\circ\text{C}$ , hal ini dilakukan untuk memudahkan serbuk gergaji mencapai suhu transportasi yang diinginkan yaitu sebesar  $13^\circ \text{C}$ .

### 3.3.4 Penentuan ambang konsentrasi ekstrak ubi kayu (Koesoemadinata 2003)

Konsentrasi yang digunakan pada pengujian ambang konsentrasi ekstrak ubi kayu adalah sebesar 0 (kontrol); 0,01; 0,1; 1; 10 dan 100 ppt dengan kepadatan 5 ekor pada masing-masing pengujian.

Selama perlakuan, media uji diaerasi dan udang tidak diberi pakan. Pengamatan dilakukan pada jam ke-24 dan 48 terhitung mulai saat udang dimasukkan ke dalam wadah percobaan. Udang yang mati pada setiap perlakuan dicatat kemudian dikeluarkan dari medium percobaan.

### 3.3.5 Uji toksisitas letal ekstrak ubi kayu (Koesoemadinata 2003)

Pengujian toksisitas letal menggunakan lima konsentrasi bahan uji dengan satu kontrol (tanpa penambahan ekstrak ubi kayu). Konsentrasi uji ditentukan berdasarkan interval geometrik antara konsentrasi ambang atas dan ambang bawah. Parameter yang diamati adalah angka kematian (mortalitas) udang. Udang dinyatakan mati bila tidak ada gerakan insang yang dapat diamati pada bagian kepala udang. Udang yang mati segera diambil dari wadah uji untuk mencegah pengotoran larutan uji. Pengamatan dan pengambilan udang yang mati dilakukan pada interval waktu 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 6, 8, 16, 24, 36 dan 48 jam

Perhitungan penentuan konsentrasi tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\log \frac{N}{n} = k \left( \log \frac{a}{n} \right)$$

$$\frac{a}{n} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{e}{d} = \frac{N}{e}$$

Keterangan :

- N : Konsentrasi ambang atas
- n : Konsentrasi ambang bawah
- k : Jumlah konsentrasi yang diuji
- a : Konsentrasi terkecil dalam deretan konsentrasi yang ditentukan
- b : Konsentrasi kedua yang akan digunakan untuk uji
- c : Konsentrasi ketiga yang akan digunakan untuk uji
- d : Konsentrasi keempat yang akan digunakan untuk uji
- e : Konsentrasi kelima yang akan digunakan untuk uji

Kepadatan pada masing-masing wadah pengujian adalah 5 ekor udang. Selama pengujian, udang uji tidak diberi pakan dan air media diaerasi. Analisis data dilakukan dengan memplotkan presentase mortalitas pada kertas grafik untuk memperoleh nilai *Median Lethal Concentration* atau  $LC_{50}$  dan kemiringan garis probit (*slope*). Nilai  $LC_{50}$  ekstrak ubi kayu dihitung untuk waktu pendedahan

24 dan 48 jam pada limit kepercayaan 95 % (Litchfield dan Wilcoxon 1949).  
Prosedur perhitungan tercantum pada Lampiran 6.

### 3.3.7 Bioaktivitas ekstrak ubi kayu (Kasim 1991)

Pengujian bioaktivitas ubi kayu dilakukan untuk mengetahui perubahan toksisitas suatu bahan. Kandungan senyawa sianida yang terkandung dalam ubi kayu, bila didiamkan dalam suatu perairan akan mengalami pengurangan daya racun. Bioaktivitas ubi kayu dinyatakan sebagai  $LT_{50}$  (*Median Lethal Time*), yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mengurangi setengah kali daya racun ubi kayu. Konsentrasi yang digunakan dalam pengujian adalah konsentrasi ambang atas yang diperoleh pada pengujian penentuan konsentrasi ambang ubi kayu.

Pengujian dilakukan dengan memasukkan 5 ekor udang uji ke dalam wadah uji yang telah mengandung bahan uji dengan perlakuan umur ekstrak ubi kayu yang berbeda, yaitu 0, 3, 6, 9, 24, dan 48 jam. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Selama pengujian, media uji diaerasi dan hewan uji tidak diberi pakan. Pengukuran  $LT_{50}$  dapat dilakukan dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Contoh perhitungan bioaktivitas ekstrak ubi kayu dengan metode BSLT dapat dilihat pada Lampiran 14.

### 3.3.8 Peluruhan senyawa ekstrak ubi kayu (Kasim 1991)

Peluruhan senyawa sianida dalam ekstrak ubi kayu ditentukan dengan menera konsentrasinya interval waktu tertentu. Konsentrasi yang digunakan untuk pengukuran peluruhan bahan aktif dalam ekstrak ubi kayu ini sebesar 1,4 ppm. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan dua buah wadah uji yaitu wadah berisi udang dan tanpa udang. Udang uji sebanyak lima ekor dimasukkan ke dalam wadah uji berisi 5 liter air tawar. Apabila selama pengujian ada udang uji yang mati, maka udang tersebut dikeluarkan dan diganti dengan udang yang baru. Penurunan konsentrasi senyawa sianida dalam media uji ditera pada jam ke 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36 dan 48 jam. Perhitungan peluruhan ubi kayu dapat dilihat berdasarkan persamaan regresi linier antara % total HCN dengan logaritma waktu pengujian.

### 3.3.9 Penentuan daya anestesi ekstrak ubi kayu (Kasim 1991)

Konsentrasi ubi kayu yang umum digunakan untuk menentukan daya anestesi dinyatakan dalam *Median Effective Concentration* ( $EC_{50}$ ). Istilah tersebut mengandung pengertian bahwa konsentrasi tersebut adalah konsentrasi yang dapat memingsankan (*sedation*) 50 % populasi udang uji pada waktu dedah tertentu. Penentuan  $EC_{50}$  ini dilakukan dengan mendedahkan udang uji selama 12, 24 dan 48 jam. Konsentrasi ubi kayu yang digunakan adalah sebesar 10 % dari konsentrasi yang digunakan untuk larutan uji toksisitas letal. Selama pengujian, akuarium media uji tidak diaerasi dan udang uji tidak diberi pakan. Pengamatan dilakukan dan dicatat secara kumulatif pada jam ke 12, 24, dan 48. Setelah mencapai waktu dedah yang telah ditentukan (12, 24, dan 48 jam), udang uji dipindahkan ke media air bersih yang telah diaerasi. Pengamatan waktu pulih sadar ditentukan oleh tingkah laku udang hingga mencapai keadaan normal kembali (keseimbangan dan reaksi terhadap pengaruh luar menjadi normal kembali). Nilai  $EC_{50}$  tiap-tiap waktu dapat diperoleh dari persamaan regresi antara % probit sedation dengan logaritma waktu pengujian. Contoh perhitungan penentuan daya anestesi ekstrak ubi kayu dengan metode BSLT dapat dilihat pada Lampiran 14.

### 3.3.10 Pengujian transportasi sistem kering (Wibowo 1993)

Konsentrasi yang digunakan dalam aplikasi pengujian transportasi sistem kering adalah lima konsentrasi yang terletak antara konsentrasi ambang bawah dan  $LC_{50-24}$  jam dengan interval geometrik. Sebelum dilakukan pengemasan, udang dipingsankan terlebih dahulu dengan mendedahkannya di dalam ubi kayu hingga udang memasuki fase *deep sedation*. Udang dikategorikan memasuki fase *deep sedation* apabila tidak ada pergerakan kaki-kaki renang, tidak bereaksi bila diusik suatu benda, namun masih memiliki denyut nadi pada kepala udang. Setelah mencapai fase *deep sedation*, udang uji dimasukkan ke dalam kotak *styrofoam* berisi media serbuk gergaji lembab bersuhu 13 °C dengan posisi horizontal dan berjejer. Kemudian udang ditaburi serbuk gergaji di atasnya hingga seluruh tubuh tertutup. Pada setiap sudut kotak *styrofoam* diletakkan es yang dimasukkan dalam kantong plastik dan dibungkus dengan koran. Selanjutnya

kotak styrofoam ditutup rapat. Masing-masing perlakuan menggunakan 5 ekor udang galah dan 3 ulangan.

Setelah ditransportasikan selama 2, 4, 6 dan 8 jam, kemasan *styrofoam* dibongkar dan udang disadarkan kembali dengan memasukkannya ke dalam akuarium berisi air bersih yang telah diaerasi. Suhu akuarium penyadaran disesuaikan dengan suhu habitat udang galah, yaitu sekitar 26°C.

Perhitungan persentase tingkat kehidupan udang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Udang hidup} = \frac{\text{Jumlah udang hidup ketika penyegaran}}{\text{Jumlah udang awal}} \times 100 \%$$

### 3.4 Analisis

Pengujian analisis yang dilakukan meliputi pengukuran kandungan HCN ekstrak ubi kayu, pengukuran oksigen terlarut, pengukuran suhu, pengukuran pH, dan pengukuran kandungan amoniak.

#### 3.4.1 Pengukuran kandungan HCN ekstrak ubi kayu (SNI 01-2997-1992)

Pengukuran kandungan HCN di dalam ubi kayu dilakukan berdasarkan SNI 01-2997-1992. Contoh ditimbang masing-masing seberat 1; 2,5; 5; 7,5; dan 10 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu didih dan ditambahkan air sebanyak 150 ml. Labu ditutup dengan sumbat dan dibiarkan semalam. Selanjutnya ditambahkan 10 ml asam tartrat 10 % kemudian disuling. Hasil sulingan ditampung dalam erlenmeyer yang berisi 10 ml larutan NaOH 40 %. Penyulingan berakhir setelah tersuling sebanyak 300 ml. Ke dalam erlenmeyer ditambahkan 2-3 tetes larutan KI 10 %. Sampel tersebut kemudian dititrisasi dengan 0,1 N AgNO<sub>3</sub> dan pengujian berakhir bila larutan berubah warna dari bening menjadi kuning bening.

Perhitungan kandungan HCN dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kandungan HCN} = \frac{b \times c \times 54}{a} \times 100 \%$$

Kandungan HCN = kandungan HCN dalam sampel (mg/100 mg)

a = Bobot contoh (mg)

b = Volume 0,1 N AgNO<sub>3</sub> yang dipergunakan pada penitaran (ml)

c = Normalitas AgNO<sub>3</sub>

Setelah pengukuran HCN pada masing-masing sampel, tahapan selanjutnya adalah pembuatan kurva standar untuk menduga kandungan HCN dalam satu kilogram ubi kayu. Kurva standar ini dibuat dengan analisis regresi antara bobot ubi kayu (gram) dengan kandungan HCN ubi kayu (mg)

### 3.4.2 Pengukuran kandungan oksigen terlarut (DO) (Effendi 2000)

Pengukuran kandungan DO dalam suatu sampel dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur elektronik DO-meter. Sebelum dilakukan pengukuran terhadap air sampel, alat ukur elektronik DO-meter dikalibrasi dengan membandingkan hasil pengukuran alat terhadap hasil pengukuran dengan cara titrasi standar Enkler terhadap air contoh yang sama. Setelah dikalibrasi, air sampel yang akan diukur dimasukkan ke dalam erlenmeyer sebanyak 50 ml. Kemudian dimasukkan *magnetic stirrer* untuk menghomogenkan kandungan oksigen dalam air, lalu dilakukan pengukuran dengan DO-meter.

### 3.4.3 Pengukuran suhu (Effendi 2000)

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer. Pengukuran suhu ini dilakukan langsung di tempat pengujian berlangsung. Termometer berskala 80° C dimasukkan ke dalam akuarium pengujian. Suhu yang terukur adalah suhu hasil pengujian.

### 3.4.4 Pengukuran derajat keasaman (pH) (Effendi 2000)

Pengukuran pH dalam suatu sampel dilakukan dengan menggunakan alat ukur elektronik pH-meter. Sebelum digunakan, pH-meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan air ber-pH 6 dan 8. setelah dikalibrasi, air sampel yang akan diukur dimasukkan ke dalam erlenmeyer sebanyak 50 ml. Kemudian dimasukkan *magnetic stirrer*, lalu dilakukan pengukuran dengan pH-meter.

### 3.4.5 Pengukuran kandungan amoniak (NH<sub>3</sub>) (Effendi 2000)

Prosedur penentuan Ammonia-Nitrogen Total (TAN) (Metode Fenat):

- sebanyak 10,00 ml air sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam gelas piala.
- ditambahkan 1 tetes MnSO<sub>4</sub>, 0,6 kloroks, dan 0,6 ml fenat ke dalam gelas piala, lalu diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan tersebut didiamkan selama ± 15 menit sampai membentuk warna yang stabil (warna akan tetap stabil sampai beberapa jam).
- larutan blanko akuades dibuat dari 10,00 ml akuades, lalu dilakukan prosedur b.
- larutan blanko standar amoniak dibuat dari 10,00 ml larutan standar amonia (0,30 ppm), lalu dilakukan prosedur b.
- pengukuran pada larutan blanko dilakukan dengan menggunakan perangkat spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm dan absorbance 0,0000 (transmitter 100 %), kemudian dilakukan pengukuran sampel dan larutan standar.
- konsentrasi amonia-N total (TAN) dihitung dengan persamaan:

$$\text{mg NH}_3/\text{L} = C_{st} \times \frac{\text{Abs}_{\text{sampel}} - \text{Abs}_{\text{standar}}}{\text{Abs}_{\text{standar}}}$$

$C_{st}$  : konsentrasi larutan standar (0,30 mg/L)

$\text{Abs}_{\text{sampel}}$  : nilai absorbance larutan sampel

$\text{Abs}_{\text{standar}}$  : nilai absorbance larutan standar

Kandungan amoniak yang terkandung dalam sampel adalah nilai Ammonia-Nitrogen Total (TAN) yang telah dikonversi dengan tabel un-ionized ammonia pada nilai pH dan suhu lingkungan (Lampiran 4)



### 3.5 Rancangan Percobaan (Sastrosupadi 1995)

Hasil dari penelitian percobaan transportasi udang hidup ini diuji dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial 5x4. Faktor pertama terdiri atas lima tingkat pemberian dosis ubi kayu yaitu 0, 13, 17, 23, dan 30 ppt. Faktor kedua terdiri atas empat waktu transportasi yaitu 2, 4, 6, dan 8 jam. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan setiap unit percobaan terdiri dari lima ekor udang galah.

Dalam percobaan ini digunakan model percobaan sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- $Y_{ijk}$  : Hasil pengamatan dari pengaruh konsentrasi ubi kayu taraf ke-i dengan waktu transportasi taraf ke-j yang mendapat ulangan ke-k
- $\mu$  : nilai tengah populasi
- $\alpha_i$  : pengaruh konsentrasi ubi kayu taraf ke-i
- $\beta_j$  : pengaruh waktu transportasi taraf ke-j (j=1,2,3,4)
- $\alpha\beta_{ij}$  : pengaruh interaksi antara konsentrasi ubi kayu dengan waktu transportasi
- $\varepsilon_{ijk}$  : pengaruh galat dari satuan ulangan ke-k dari kombinasi perlakuan ij
- i : 1,2,3,4,5 adalah konsentrasi ubi kayu
- j : 1,2,3,4 adalah waktu transportasi
- k : 1,2,3 adalah ulangan

Bila hasil percobaan yang digunakan memberikan pengaruh yang nyata, uji diteruskan dengan uji lanjut. Uji lanjut yang digunakan dalam penelitian ini adalah Uji Tukey. Pengolahan data secara statistika ini menggunakan program *SPSS 11.5 for Windows*.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Aklimatisasi Udang Galah

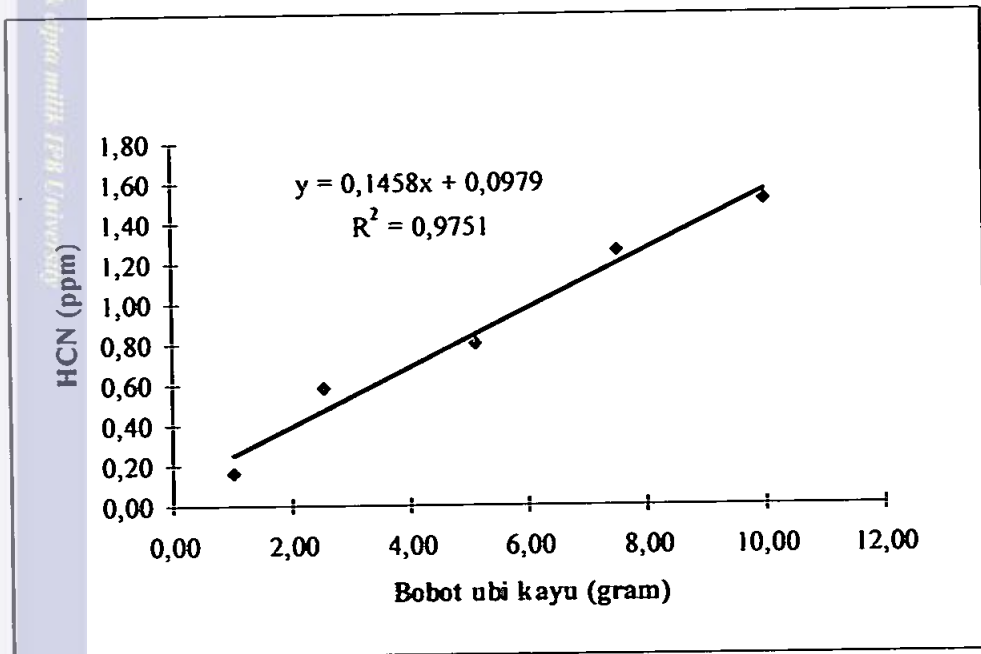
Penanganan yang dilakukan pascapanen budidaya udang galah adalah dengan menempatkan udang pada bak penampungan yang berada di dekat tambak. Tahapan selanjutnya adalah pengangkutan udang dari lokasi budidaya ke laboratorium. Cara penanganan pascapanen tersebut dapat mempengaruhi tingkat kebugaran udang yang dapat disebabkan oleh stres akibat transportasi atau penggunaan air yang berbeda dengan air habitat udang awal. Proses aklimatisasi dilakukan untuk menentukan layak atau tidaknya udang galah untuk dijadikan hewan uji pada berbagai rangkaian pengujian. Pada masa aklimatisasi, udang galah dapat beradaptasi dengan baik dalam lingkungan laboratorium. Hal ini dapat dilihat dari semakin gesit dan lincahnya pergerakan udang di akuarium pemeliharaan. Berdasarkan pengamatan selama 7 hari, udang yang mati pada akuarium pemeliharaan berada dibawah 5 % dari populasi udang total dan tidak ada wabah penyakit. Populasi udang tersebut layak digunakan sebagai hewan uji untuk tahapan pengujian selanjutnya (Koesoemadinata 2003).

### 4.2 Kandungan HCN Ekstrak Ubi Kayu

Pengukuran kandungan HCN dilakukan pada ubi kayu varietas Adira 2 dengan bobot 1; 2,5; 5; 7,5; dan 10 gram. Pengukuran kandungan sianida dilakukan menurut standar pengukuran SNI 01-2997-1992 yaitu suatu teknik pendekatan penetapan sianida menggunakan prinsip titrasi. Metoda penetapan sianida dalam contoh terdiri atas tiga tahap yaitu ekstraksi sianogen dari contoh dengan cara dihidrolisis menggunakan larutan asam, mengubah sianogen menjadi HCN dan penetapan HCN dengan cara titasi. Hubungan antara kandungan sianida dalam ubi kayu dihitung dengan menggunakan analisis regresi liner.

Hasil perhitungan regresi antara bobot ubi kayu dengan kandungan HCN diperoleh persamaan  $y = 0,1458x + 0,0979$  (Lampiran 2). Berdasarkan persamaan regresi tersebut dapat diketahui dalam setiap 1 kg ubi kayu terkandung 145,8979 mg HCN atau konsentrasi sianida dalam bahan uji adalah sebesar 146 ppm. Hasil perhitungan ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan

Pertanian dengan kandungan HCN ubi kayu varietas Adira 2 sebesar 130 ppm (Hidayat dan Damardjati 2003). Ubi kayu memiliki kandungan HCN antara 20 ppm hingga 1000 ppm. Kandungan HCN dalam ubi kayu dipengaruhi kandungan tanah dan kondisi alam. (Stephen dan O'hair 1995) Hubungan antara bobot ubi kayu dengan kandungan HCN dicantumkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara bobot ubi kayu dengan kandungan HCN

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat koefisien korelasi antara bobot ubi kayu dengan kandungan HCN adalah sebesar 97,51 %. Hal ini mengandung pengertian bahwa hubungan antara bobot ubi kayu (gram) dan kandungan HCN (mg) adalah sangat erat. Semakin banyak bobot ubi kayu yang dianalisis, maka semakin banyak kandungan HCN yang diperoleh.

Semakin banyak bagian ubi kayu yang digunakan, kandungan linamarin yang terdapat di dalamnya akan semakin tinggi. Semakin tinggi kandungan linamarin, maka semakin tinggi pula kandungan sianida potensial yang dilepaskan.

#### 4.3 Penentuan Ambang Konsentrasi Ekstrak Ubi Kayu

Penentuan ambang konsentrasi merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk menentukan konsentrasi ambang bawah dan ambang atas ekstrak ubi kayu terhadap kehidupan udang galah. Konsentrasi ambang atas ialah konsentrasi yang

dapat mematikan seluruh udang uji pada waktu dedah 24 jam ( $LC_{100}$ -24 jam) sedangkan konsentrasi ambang bawah adalah konsentrasi yang tidak mematikan udang uji pada waktu dedah 48 jam ( $LC_0$ -48 jam).

Pada pengujian ini parameter kualitas air yang diamati terdiri dari suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), dan kandungan amoniak. Kesemua parameter tersebut diukur/dihitung setelah 48 jam setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan udang galah sebagai hewan uji. Nilai kualitas air yang diperoleh tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai kualitas air pada uji penentuan ambang konsentrasi

Parameter	Konsentrasi Ekstrak Ubi Kayu					
	0	0,01	0,1	1	10	100
Suhu	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5
pH	7,34	7,33	7,23	7,45	7,74	7,97
Oksigen terlarut (ppm)	3,87	3,76	3,84	3,66	3,46	3,51
Amoniak (ppm)	0,0037	0,0034	0,0035	0,0030	0,0038	0,0039

Suhu rata-rata pada pengujian enam konsentrasi ubi kayu menunjukkan nilai sebesar 26,5 °C. Kisaran suhu air sebesar 21-30 °C masih memberikan toleransi pada udang untuk hidup normal. Namun demikian, suhu sebesar 28-30 °C merupakan *zone of comfort* (zona paling ideal/menyenangkan) bagi pertumbuhan udang galah. Ini berarti bahwa suhu pengujian masih dalam kisaran yang normal bagi kehidupan udang dan bukan merupakan salah satu faktor yang dapat menimbulkan stres (Khairuman dan Amri 2004).

Nilai derajat keasaman (pH) menunjukkan angka yang bervariasi antara 7,23-7,97. Hal ini menunjukkan bahwa pH air pengujian masih dalam kisaran netral meskipun terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan uji dalam media pengujian, semakin basa kandungan air tersebut. Namun demikian kandungan pH air tersebut tidak menjadi faktor yang dapat menimbulkan stres bagi kehidupan udang galah. Derajat keasaman (pH) optimal bagi kehidupan udang galah adalah antara 7,0-8,5 (Khairuman dan Amri 2004).

Kandungan oksigen terlarut dalam air berkisar antara 3,46-3,87 ppm. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut masih dalam batas aman bagi kehidupan normal udang galah. Udang

galah akan mengalami kematian apabila kandungan oksigen terlarut kurang dari 1 ppm (Hadie dan Hadie 2002).

Kandungan amoniak yang diperoleh dari hasil pengujian berkisar antara 0,0030 ppm hingga 0,0039 ppm. Kandungan amoniak yang diperoleh dalam pengujian ini masih berada pada kondisi aman untuk kehidupan udang. Konsentrasi amoniak 0,45 ppm akan menghambat pertumbuhan udang sebesar 50 % (Wardoyo dan Djokosetyanto 1988). Maka kandungan amoniak dalam air pada pengujian ini bukan merupakan faktor yang dapat menimbulkan stres atau kematian bagi udang galah.

Secara keseluruhan dapat dinyatakan bahwa air yang dipakai dalam pengujian memenuhi persyaratan minimal bagi kehidupan udang secara normal. Artinya bahwa apabila terjadi kematian pada udang uji disebabkan oleh perlakuan pengujian sianida yang terkandung dalam air.

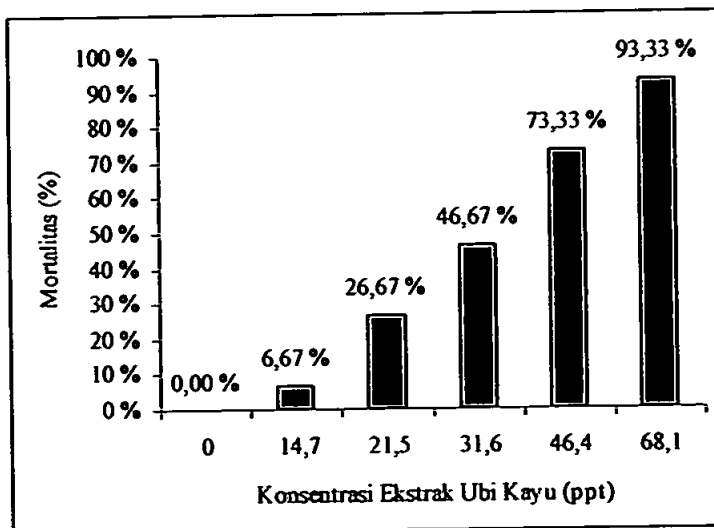
Konsentrasi ambang atas yang diperoleh pada pengujian ini adalah sebesar 100 ppt, sedangkan konsentrasi ambang bawah sebesar 10 ppt (Lampiran 5). Konsentrasi ambang bawah adalah batas toleransi konsentrasi yang paling minimal bagi udang untuk tetap hidup dan tidak menimbulkan kematian selama waktu dedah 48 jam. Pada konsentrasi 10 ppt udang galah masih mampu bertahan hidup, terlihat dari aktivitasnya yang masih dapat melakukan perubahan metabolik zat kimia dan meningkatkan ekskresi untuk mengurangi pengaruh dari sianida. Konsentrasi ambang atas adalah konsentrasi kandungan bahan uji yang tidak dapat ditoleransi oleh udang untuk tetap dapat melakukan aktivitas kehidupannya. Pada waktu pendedahan selama 24 jam, udang uji tidak mampu untuk menguraikan sianida menjadi zat yang tidak terlalu berbahaya, sehingga mengakibatkan kematian.

#### 4.4 Uji Toksisitas Letal Ekstrak Ubi Kayu

Pengujian toksisitas letal ini dilakukan pada dua waktu dedah yang berbeda, yaitu selama 24 jam dan 48 jam dengan maksud untuk memperoleh informasi tentang *median lethal concentration* ( $LC_{50}$ ) pada masing-masing waktu. Pengujian ini berdasarkan perhitungan yang dilakukan pada uji toksisitas menurut *Komisi Pestisida Nasional* (Koesoemadinata 2003). Konsentrasi pengujian diperoleh antara konsentrasi ambang bawah dan konsentrasi ambang atas dengan

menggunakan interval geometrik. (Lampiran 6). Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh konsentrasi masing-masing perlakuan adalah perlakuan 1 (kontrol) sebanyak 0 ppt; perlakuan 2 sebesar 14,7 ppt; perlakuan 3 sebesar 21,5 ppt; perlakuan 4 sebesar 31,6 ppt; perlakuan 5 sebesar 46,4 ppt air; dan perlakuan 6 sebesar 68,1 ppt.

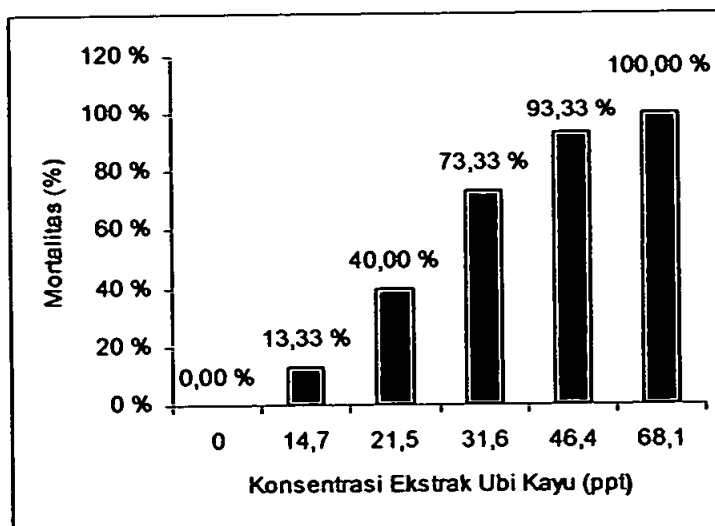
Pengaruh konsentrasi ekstrak ubi kayu terhadap mortalitas udang galah pada waktu dedah 24 jam dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil pengujian pada waktu dedah 24 jam, masing-masing perlakuan memberikan respons mortalitas yang berbeda-beda dan memberikan kecenderungan yang sama yaitu semakin tinggi konsentrasi bahan uji di dalam air, tingkat mortalitas akan semakin tinggi.



Gambar 4. Hubungan konsentrasi ekstrak ubi kayu dengan persentase mortalitas udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) dengan waktu dedah 24 jam.

Pelakuan 1 dengan mortalitas 0 %; perlakuan 2 dengan mortalitas 6,7 %; perlakuan 3 dengan mortalitas 26,7 %; perlakuan 4 dengan mortalitas 46,7 %; perlakuan 5 dengan mortalitas 73,3 %; dan perlakuan 6 yang menimbulkan mortalitas 93,3 %.

Pada Gambar 5 tercantum persentase mortalitas selama waktu dedah 48 jam dari masing-masing perlakuan. Pada konsentrasi 0 (kontrol), 14,7; 21,5; 31,6; 46,4; dan 68,1 ppt memberikan respons mortalitas berturut-turut adalah sebesar 0 %; 13,33 %; 40 %; 73,33 %; 93,3 %; dan 100 %.



Gambar 5. Hubungan konsentrasi ekstrak ubi kayu dengan persentase mortalitas udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) dengan waktu dedah 48 jam.

Persentase pada Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan uji (ppt) maka persentase mortalitas udang galah semakin meningkat. Grafik dosis-respon antara konsentrasi bahan uji dengan persentase mortalitas akan tersebar menurut distribusi log-normal yaitu kecenderungan semakin meningkatnya dosis perlakuan yang digunakan akan mengakibatkan semakin tingginya respon yang diperoleh (Ariens *et al.* 1986). Mortalitas udang disebabkan adanya kandungan sianida yang terkandung di dalam media uji. Perbedaan jumlah udang yang mati pada tiap konsentrasi ini disebabkan oleh perbedaan jumlah sianida yang diabsorpsi oleh udang galah. Setiap kenaikan konsentrasi ubi kayu akan meningkatkan jumlah sianida yang terkandung dalam media uji.

Mekanisme meningkatnya mortalitas pada udang uji disebabkan oleh sianida yang terkandung di dalam media uji akan masuk ke dalam udang melalui mulut kemudian masuk ke dalam saluran pernapasan (insang), selanjutnya diabsorpsi ke dalam tubuh melalui proses difusi membran dan sirkulasi darah serta difusi jaringan menyebarkan substansi sianida ke seluruh tubuh (Wright dan Hall 1961).

Sianida akan mempengaruhi enzim sitokrom pada rantai pernapasan. Sitokrom memiliki peranan penting dalam membawa energi dalam sel. Sitokrom

yang terdapat di membran sel mitokondria selama respirasi terjadi, akan menerima dan melepaskan elektron, membawa elektron menuju molekul sitokrom lain pada serangkaian rantai kimia (transfer energi) yang melepaskan energi. Enzim sitokrom b dan c memiliki kandungan zat besi ( $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ). Pada kondisi normal, enzim tersebut akan berikatan dengan oksigen. Namun dengan adanya kandungan sianida dalam media akan mengganggu proses pengikatan elektron. Oksigen akan cenderung berikatan dengan senyawa sianida dibandingkan dengan sitokrom (Ferguson 2004). Jaringan tubuh yang tidak dapat mengikat oksigen dalam darah, organisme perairan termasuk udang, akan mengalami kelumpuhan dan akhirnya mati, karena otak tidak mendapat jatah oksigen yang sesuai untuk proses metabolisme (Wardoyo dan Djokosetyanto 1988).

Data dari pengujian toksisitas letal tersebut selanjutnya dianalisis dengan cara memasukkan data ke dalam grafik log probit (Litchfield dan Wilcoxon 1949) (Lampiran 10 dan 12). Berdasarkan grafik tersebut, diperoleh nilai dugaan  $\text{LC}_{50}$  untuk waktu dedah 24 jam dan 48 jam tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai dugaan toksisitas ekstrak ubi kayu terhadap udang galah

Waktu Dedah (jam)	Toksitas (ppt)		
	$\text{LC}_{10}$	$\text{LC}_{50}$	$\text{LC}_{90}$
24	16	30	56
48	14	24	44

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa selama waktu dedah 24 jam, konsentrasi ubi kayu sebesar 30 ppt dapat mematikan 50 % dari populasi udang uji. Sedangkan konsentrasi ubi kayu sebanyak 24 ppt akan mematikan 50 % dari populasi udang uji selama waktu dedah 48 jam. Semakin lama waktu pengujian, konsentrasi bahan uji yang digunakan untuk mematikan 50 % udang uji semakin rendah. Hal ini terjadi karena sianida yang terserap oleh tubuh akan semakin tinggi dan efeknya terhadap tubuh udang akan semakin besar. Sianida yang terserap tersebut akan mempengaruhi distribusi atau translokasi zat lebih lama. Hal ini berdampak pada berkurangnya kemampuan udang untuk memperbaiki sistem metabolisme tubuh untuk kembali normal sehingga dapat mengakibatkan kematian.



Pada Tabel 6 tercantum berbagai parameter air pada saat pengujian berakhir. Kualitas air meliputi temperatur sebesar 26 °C; pH antara 6,43 hingga 6,93. Parameter oksigen terlarut antara 4,11 hingga 4,65 ppm. Kandungan amoniak antara 0,0033 hingga 0,0062 ppm.

Tabel 6. Nilai kualitas air pada uji toksisitas letal ekstrak ubi kayu terhadap udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) setelah 24 jam

Parameter	Konsentrasi Bahan Uji					
	0	14,7	21,5	31,6	46,4	68,1
Suhu	26	26	26	26	26	26
pH	6,67	6,93	6,58	6,43	6,54	6,45
Oksigen terlarut (ppm)	4,32	4,56	4,65	4,11	4,65	4,29
Amoniak (ppm)	0,0033	0,0039	0,0041	0,0045	0,0038	0,0062

Pada Tabel 7 tercantum hasil pengujian temperatur media uji yaitu sebesar 26,5 °C; pH (derajat keasaman) antara 7,17 hingga 7,66; oksigen terlarut antara 3,46 hingga 3,87 ppm; dan kandungan amoniak antara 0,0050 hingga 0,0092 ppm.

Tabel 7. Nilai kualitas air pada uji toksisitas letal ekstrak ubi kayu terhadap udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) setelah 48 jam

Parameter	Konsentrasi Bahan Uji					
	0	14,7	21,5	31,6	46,4	68,1
Suhu	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5
pH	7,34	7,54	7,23	7,17	7,49	7,66
Oksigen terlarut (ppm)	3,87	3,76	3,84	3,66	3,46	3,51
Amoniak (ppm)	0,0050	0,0082	0,0064	0,0068	0,0061	0,0092

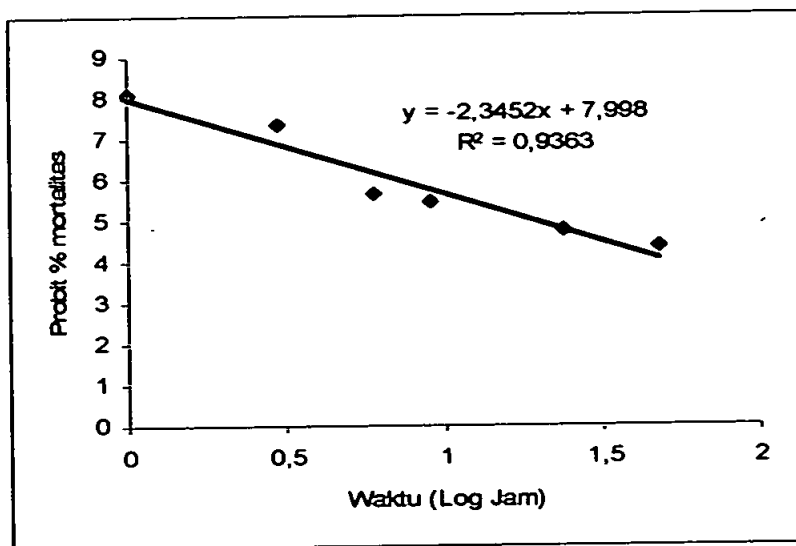
Berdasarkan Tabel 6 dan 7, dapat diketahui bahwa parameter kualitas air yang diperoleh berada dalam kisaran kehidupan udang (Khairuman dan Amri 2004; Chowdhury *et al.* 1993; Wardoyo *et al.* 1988) sehingga faktor kualitas air tidak menjadi penyebab kematian udang selama pengujian.

#### 4.5 Bioaktivitas Ekstrak Ubi Kayu

Pengukuran bioaktivitas ubi kayu dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan toksisitas bahan uji setelah waktu tertentu dalam media uji. Dalam hal ini dinyatakan sebagai  $LT_{50}$ , yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50 % hewan uji atau waktu yang diperlukan ekstrak ubi kayu untuk mengurangi

setengah kali daya racunnya. Hasil pengujian bioaktivitas bahan uji terhadap udang galah disajikan pada Lampiran 15.

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin lama umur ubi kayu, persentase kematian udang akan semakin rendah. Penurunan persentase kematian udang ini dikarenakan adanya penurunan daya racun dari sianida pada media uji. Penurunan daya racun dapat terjadi disebabkan adanya perubahan bentuk senyawa sianida dari senyawa berbahaya yang kemudian berikatan dengan senyawa tertentu menjadi senyawa tidak begitu berbahaya.



Gambar 6. Hubungan antara log waktu pemasukan udang uji dengan mortalitas kematian udang uji dalam waktu dedah 48 jam.

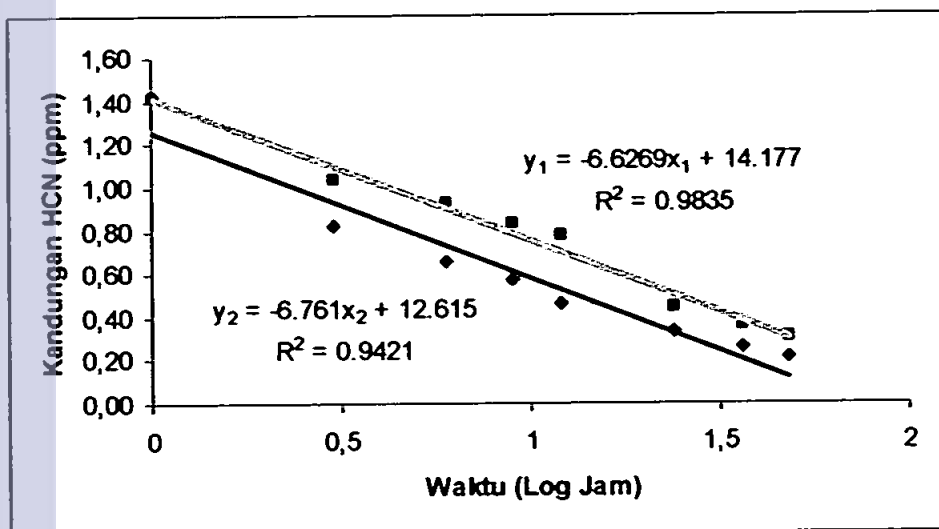
Pada Gambar 6 diperoleh persamaan regresi bioaktivitas ubi kayu  $y = -2,3452x + 7,998$ . Dari persamaan tersebut diperoleh  $LT_{50}$  sebesar 18,98 jam, yang berarti bahwa pada konsentrasi 100 ppt ( $LC_{50}$ -24 jam) penyimpanan ubi kayu selama 18,98 jam akan menurunkan daya racun senyawa sianida sehingga hanya mampu mematikan 50 % udang uji. Pada perhitungan regresi tersebut, diperoleh koefisien korelasi sebesar 93,63 % yang artinya bahwa hubungan antara probit mortalitas dengan waktu (log jam) sangat erat.

#### 4.6 Peluruhan Senyawa Ekstrak Ubi Kayu

Peluruhan bahan uji digunakan untuk mengetahui seberapa besar penguraian bahan uji setelah didiamkan selama waktu dedah tertentu. Pada pengamatan jam ke-0, konsentrasi HCN pada media uji berisi udang adalah

sebesar 1,4256 ppm, sedangkan yang tidak diberi udang sebesar 1,4148 ppm. Setelah didedahkan selama waktu tertentu, perlahan-lahan kandungan HCN dalam media uji mulai mengalami penurunan. Setelah 48 jam, media uji dianalisis dan diperoleh kandungan HCN sebesar 0,2106 ppm untuk media uji yang diberi udang dan sedangkan kandungan HCN pada media uji tanpa udang adalah sebesar 0,3078 ppm (Lampiran 17).

Data penurunan konsentrasi HCN dapat dilihat pada Gambar 7 peluruhan konsentrasi sianida pada media air berisi udang memiliki persamaan  $y_1 = -6,761x_1 + 12,615$ , artinya adalah setiap kenaikan  $x_1$  sebesar satu satuan waktu (log jam) akan menurunkan  $y_1$  sebesar 6,761 satuan kandungan HCN (ppm). Sedangkan peluruhan konsentrasi sianida tanpa udang uji memiliki persamaan  $y_2 = -6,6269x_2 + 14,177$ , yang berarti bahwa setiap kenaikan  $x_2$  sebesar satu satuan waktu (log jam) akan menurunkan  $y_2$  sebesar 6,6269 satuan kandungan HCN (ppm).



Gambar 7. Penurunan konsentrasi senyawa sianida berisi udang dan tanpa udang selama 24 jam.

Pada Gambar 7 dapat dilihat hubungan yang erat antara penurunan kandungan HCN dengan waktu. Penurunan kandungan HCN pada media yang diberi udang uji memiliki koefisien korelasi sebesar 94,21 % yang artinya adalah hubungan antara penurunan konsentrasi sianida dan waktu dedah adalah sangat erat. Begitu pula dengan penurunan konsentrasi sianida pada media uji tanpa

udang uji. Hal tersebut ditampilkan oleh koefisien korelasi yang diperoleh sebesar 98,35 %.

Penurunan konsentrasi sianida pada media uji terjadi dikarenakan adanya peluruhan sianida dari senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, juga sianida memiliki sifat mudah menguap pada suhu ruangan. Sianida memiliki titik didih 25,7 °C, sehingga sianida akan terurai dan menguap ke udara selama proses pengujian berlangsung (Simeonova dan Fishbein 2004). Peluruhan sianida dalam media berisi udang akan lebih cepat dibandingkan dengan media yang tidak mengandung udang galah. Keadaan ini terjadi karena selama proses pencernaan, enzim linase dalam tubuh udang akan menghidrolisis glukosida sianogen menjadi HCN, setelah itu linamarin dalam ekstrak ubi kayu dengan bantuan 2 enzim yang dapat menguraikannya yaitu enzim linamarase ( $\beta$ -glukosida) yang akan menghidrolisis linamarin dalam air menjadi 2-hidroksi isobutironitril dan enzim hidrosinitril liase akan menghidrolisis kembali menjadi glukosa, aseton dan HCN. Demikian seterusnya, HCN diubah menjadi ion sianida yang dapat berpenetrasi dalam tubuh udang uji (Kasim 1991).

#### 4.7 Penentuan Daya Anestesi Ekstrak Ubi Kayu dengan Waktu Dedah 12, 24 dan 48 jam

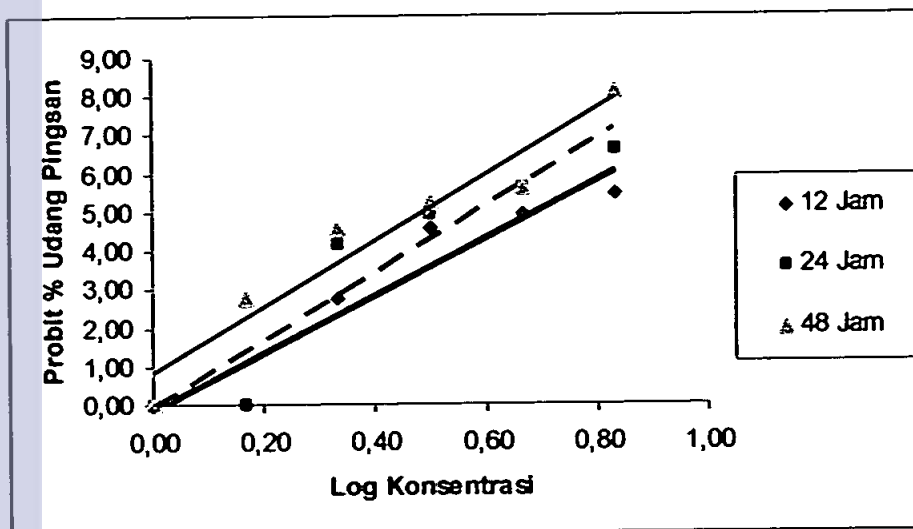
Anestesi merupakan suatu kemampuan bahan uji untuk memingsankan hewan uji selama waktu tertentu dan umumnya ditunjukkan dengan nilai *Effective Concentration* (EC). Pengertian pingsan yang dimaksud pada kondisi pengujian ini adalah pingsan ringan (*light sedation*), yaitu kondisi pingsan yang ditandai dengan kehilangan sedikit keaktifan terhadap rangsangan luar.

Nilai EC yang digunakan untuk memingsankan udang pada waktu dedah 12, 24 dan 48 jam adalah 0; 1,47; 2,15; 3,16; 4,64; dan 6,81 ppt. Perhitungan nilai EC<sub>10</sub>, EC<sub>50</sub> dan EC<sub>90</sub> dapat diperoleh dari analisis regresi linear antara probit % pingsan dengan log konsentrasi bahan uji. Dari hasil persamaan regresi tersebut diperoleh nilai EC seperti tercantum pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai dugaan daya anestesi ekstrak ubi kayu terhadap udang galah

Waktu Dedah (jam)	Ekstrak Ubi Kayu (ppt)		
	EC <sub>10</sub>	EC <sub>50</sub>	EC <sub>90</sub>
12	3,31	4,90	7,25
24	2,69	3,77	5,30
48	2,18	3,08	4,35

Berdasarkan Tabel 8 dapat dinyatakan bahwa konsentrasi 4,9; 3,77; dan 3,08 ppt akan memingsankan udang uji sebesar 50 % dari populasi untuk waktu dedah 12, 24 dan 48 jam. Dari Tabel 8 tersebut juga dapat diketahui bahwa untuk memingsankan udang galah dibutuhkan konsentrasi yang jauh lebih rendah daripada untuk mematikan. Pada konsentrasi rendah, sianida akan mengurangi aktivitas udang galah. Udang yang diperlakukan pada konsentrasi dan waktu dedah tertentu akan kehilangan kemampuan untuk merasakan respon karena sianida mengganggu sistem syaraf pada udang. Peningkatan udang pingsan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan antara log konsentrasi dengan probit % pingsan untuk waktu dedah 12, 24, dan 48 jam

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa pada konsentrasi ekstrak ubi kayu yang sama akan memiliki kecenderungan memingsankan udang lebih banyak seiring dengan meningkatnya waktu dedah. Hal ini dikarenakan senyawa sianida yang mempengaruhi kinerja sistem syaraf pusat. Pada konsentrasi rendah kinerja syaraf pusat yang mengantarkan respon ke otak dan syaraf pusat akan

terhambat, sehingga dapat menurunkan aktivitas udang, tetapi tidak sampai bersifat mematikan udang galah. Hal ini dibuktikan dengan sadarnya kembali udang uji setelah dipindahkan ke media air yang bersih (Lampiran 23). Menurut hasil pengamatan waktu pulih sadar, semakin rendah konsentrasi bahan uji yang digunakan, semakin cepat udang mencapai kondisi normal dan begitu pula sebaliknya. Pengujian pemingsanan dengan menggunakan konsentrasi ubi kayu sebesar 1,47 ppt membutuhkan waktu 5 menit untuk mengembalikan kondisi udang menjadi normal kembali, sedangkan konsentrasi 6,81 ppt membutuhkan waktu yang lebih panjang yakni selama 30 menit.

Berdasarkan analisis regresi antara % probit udang pingsan dengan log konsentrasi selama waktu dedah 12 jam (Lampiran 20) diperoleh persamaan  $y = 7,5031x - 0,1768$ . Artinya adalah setiap kenaikan log konsentrasi sebesar satu satuan, maka akan menyebabkan kenaikan probit % pingsan sebesar 7,5031 satuan. Berdasarkan persamaan tersebut dapat diperoleh informasi bahwa penggunaan konsentrasi ekstrak ubi kayu sebesar 7,25 ppt dapat memingsankan udang sebanyak 90 % selama waktu dedah 24 jam. Koefisien korelasi yang diperoleh adalah 90,81 % yang artinya adalah hubungan antara probit pingsan dengan log konsentrasi adalah erat.

Berdasarkan analisis regresi antara % probit pingsan dengan log konsentrasi selama waktu dedah 24 jam (Lampiran 21) diperoleh persamaan  $y = 8,6802x - 0,0638$ . Artinya adalah setiap kenaikan log konsentrasi sebesar satu satuan, maka akan menyebabkan kenaikan probit % pingsan sebesar 8,6802 satuan. Dari persamaan tersebut dapat diperoleh informasi bahwa penggunaan konsentrasi ekstrak ubi kayu sebesar 2,73 ppt dapat memingsankan udang sebanyak 10 % selama waktu dedah 24 jam. Koefisien korelasi yang diperoleh dari persamaan tersebut adalah 89,1 % yang artinya adalah hubungan antara probit pingsan dengan log konsentrasi adalah erat.

Analisis regresi antara % probit pingsan dengan log konsentrasi selama waktu dedah 48 jam (Lampiran 22) diperoleh persamaan  $y = 8,5329x - 0,8309$ . Artinya adalah setiap kenaikan log konsentrasi sebesar satu satuan, maka akan menyebabkan kenaikan probit % pingsan sebesar 8,5329 satuan. Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh informasi bahwa penggunaan konsentrasi ubi kayu

sebesar 4,35 ppt, dapat memingsankan udang sebanyak 90 % selama waktu dedah 48 jam. Koefisien korelasi yang diperoleh dari persamaan tersebut adalah 93,27 % yang artinya adalah hubungan antara probit pingsan dengan log konsentrasi adalah sangat erat.

#### 4.8 Pengujian Transportasi Sistem Kering

Udang galah dibius dengan menggunakan bahan anestesi sebelum ditransportasikan. Konsentrasi ekstrak ubi kayu yang digunakan pada pengujian transportasi sistem kering berdasarkan perhitungan interval geometrik antara konsentrasi ambang bawah dan  $LC_{50}$ -24 jam, yaitu 0 ppt, 13 ppt, 17 ppt 23 ppt dan 30 ppt sebagaimana tercantum pada Lampiran 24. Berdasarkan waktu pemingsanan udang untuk transportasi sistem kering (Lampiran 25), dapat diketahui bahwa konsentrasi 13 ppt membutuhkan waktu selama 30 menit untuk memingsankan udang, sedangkan konsentrasi 17 ppt dan 23 ppt hanya membutuhkan 20 dan 15 menit untuk memingsankan udang. Konsentrasi 30 ppt merupakan konsentrasi tercepat dalam memingsankan udang. Konsentrasi tersebut hanya membutuhkan 10 menit untuk memingsankan seluruh udang uji. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan uji untuk pembiusan, semakin cepat udang mengalami fase pingsan. Udang pingsan ditandai dengan tidak adanya pergerakan, tidak memberikan respon ketika diberikan rangsangan namun secara visual pada kepala terdapat pergerakan insang secara perlahan.

Udang yang telah memasuki fase pingsan dikemas pada kemasan *styrofoam* dengan suhu media serbuk gergaji sebesar 13 °C. Suhu kemasan tersebut diharapkan dapat mempertahankan udang dalam keadaan pingsan sesuai dengan lama transportasi yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu selama 2, 4, 6, dan 8 jam. Nilai kelulusan hidup udang galah pada transportasi tanpa media air tercantum pada Tabel 9.

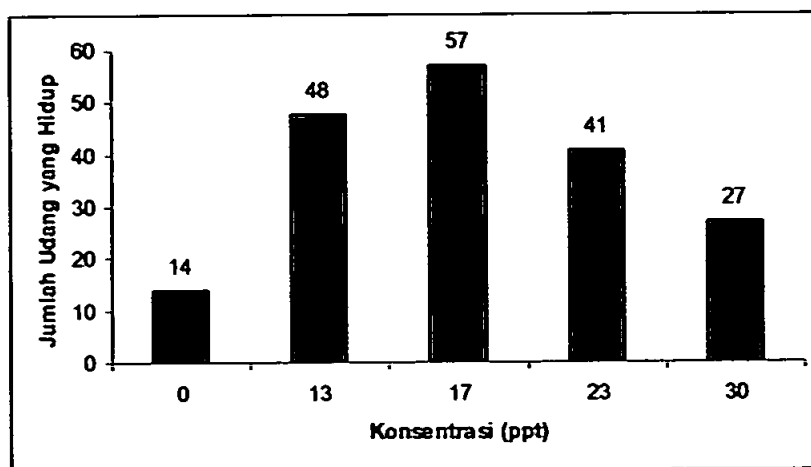
Tabel 9. Kelulusan hidup udang galah pada transportasi tanpa media air

Konsentrasi (ppd)	Waktu Transportasi (Jam)	Ulangan	Jumlah Hidup	Kelulusan Hidup (%)	Kelulusan Hidup (%) rata-rata
0	2	1	4	80 %	66,67 %
		2	3	60 %	
		3	3	60 %	
	4	1	1	20 %	26,67 %
		2	2	40 %	
		3	1	20 %	
	6	1	0	0 %	0,00 %
		2	0	0 %	
		3	0	0 %	
	8	1	0	0 %	0,00 %
		2	0	0 %	
		3	0	0 %	
13	2	1	5	100 %	100,00 %
		2	5	100 %	
		3	5	100 %	
	4	1	5	100 %	86,67 %
		2	4	80 %	
		3	4	80 %	
	6	1	4	80 %	73,33 %
		2	4	80 %	
		3	3	60 %	
	8	1	3	60 %	60,00 %
		2	3	60 %	
		3	3	60 %	
17	2	1	5	100 %	100,00 %
		2	5	100 %	
		3	5	100 %	
	4	1	5	100 %	100,00 %
		2	5	100 %	
		3	5	100 %	
	6	1	5	100 %	93,33 %
		2	4	80 %	
		3	5	100 %	
	8	1	4	80 %	86,67 %
		2	5	100 %	
		3	4	80 %	
23	2	1	4	80 %	93,33 %
		2	5	100 %	
		3	5	100 %	
	4	1	4	80 %	80,00 %
		2	4	80 %	
		3	4	80 %	
	6	1	3	60 %	60,00 %
		2	3	60 %	
		3	3	60 %	
	8	1	2	40 %	40,00 %
		2	2	40 %	
		3	2	40 %	
30	2	1	4	80 %	73,33 %
		2	4	80 %	
		3	3	60 %	
	4	1	3	60 %	53,33 %
		2	3	60 %	
		3	2	40 %	
	6	1	2	40 %	40,00 %
		2	2	40 %	
		3	2	40 %	
	8	1	1	20 %	13,33 %
		2	0	0 %	
		3	1	20 %	



Persentase kelulusan hidup udang tertinggi diperoleh pada pengujian dengan waktu transportasi 2 jam, yaitu sebesar 100 % pada konsentrasi bahan uji sebesar 13, 17, dan 23 ppt, sedangkan persentase kelulusan hidup terendah sebesar 67 % diperoleh pada pengujian tanpa penggunaan ekstrak ubi kayu. Pada transportasi 4 jam, persentase kelulusan hidup tertinggi terdapat pada konsentrasi 17 ppt, yaitu sebesar 100 %, kemudian diikuti oleh konsentrasi 13 ppt dan 23 ppt, yaitu masing-masing sebesar 87 % dan 80 %. Pada pengujian transportasi selama 6 jam, tidak ada satupun udang uji yang hidup pada konsentrasi 0 ppt, akan tetapi pada konsentrasi 13, 17, 23 dan 30 ppt tingkat kelulusan hidupnya masing-masing adalah sebesar 73 %, 93 %, 60 %, dan 53 %. Pada transportasi 8 jam, persentase kelulusan tertinggi adalah sebesar 80 % yaitu pengujian dengan konsentrasi 17 ppt dan terendah pada 0 ppt sebesar 0 %. Udang yang tidak terbius sempurna akan cepat siuman ketika berada di dalam kemasan yang akan mempengaruhi tingkat mortalitas dalam transportasi udang hidup, karena udang yang sadar akan meronta-ronta akibat stres. Lama pemuasaan yang kurang optimal juga tidak cukup menekan tingkat metabolisme sehingga mempengaruhi tingkat konsumsi oksigen sedangkan jumlah oksigen yang dapat dikonsumsi sangat terbatas.

Hubungan antara konsentrasi dengan jumlah udang uji yang hidup tercantum pada Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan konsentrasi (ppt) dengan jumlah udang uji yang hidup (ekor)

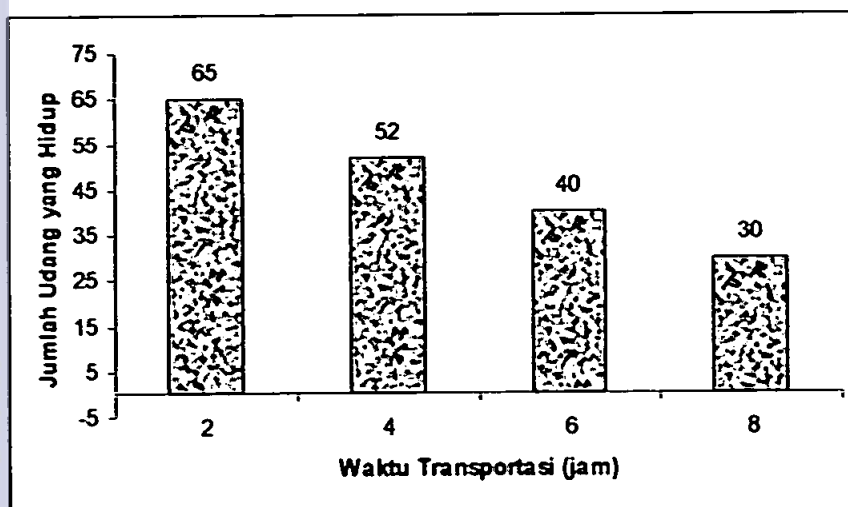
Data pada Gambar 9 menunjukkan bahwa jumlah udang yang hidup tertinggi selama transportasi diperoleh pada konsentrasi 17 ppt yaitu sebanyak 57 ekor atau

95 %. Pada konsentrasi 0 ppt, udang yang ditransportasikan sebanyak 60 ekor hanya dapat hidup kembali sebanyak 14 ekor atau 23 %. Sedangkan jumlah udang yang hidup pada konsentrasi 13, 23, dan 30 ppt setelah transportasi berturut-turut adalah 48, 41, dan 27 ekor.

Hasil pengujian statistik dengan selang kepercayaan 95 % ( $P < 0,05$ ) menunjukkan adanya perbedaan nyata antar konsentrasi. Berdasarkan uji lanjut Tukey (Lampiran 26) diperoleh konsentrasi bahan uji sebesar 0 ppt memberikan hasil yang berbeda nyata dengan konsentrasi 13, 17, dan 23 ppt. Pengujian transportasi dengan kondisi udang yang tidak dibius (0 ppt) memberikan kelulusan hidup yang lebih rendah dibandingkan dengan pengujian transportasi udang uji dalam keadaan terbius.

Peningkatan konsentrasi ekstrak ubi kayu akan meningkatkan kelulusan hidup udang uji, namun demikian peningkatan konsentrasi tidak menjadi jaminan untuk mempertahankan kehidupan udang. Pada konsentrasi yang terlalu tinggi, sianida pada bahan uji akan berdampak buruk dan dapat mengakibatkan kematian pada udang (Bagalopalan *et al.* 1988). Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa pada penggunaan konsentrasi sebesar 30 ppt memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0 ppt. Pada konsentrasi 30 ppt, jumlah udang yang hidup hanya sebanyak 27 ekor dari 60 ekor total udang yang ditransportasikan.

Hubungan antara waktu transportasi dengan jumlah udang uji yang hidup tercantum pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan waktu transportasi (jam) dengan jumlah udang uji yang hidup (ekor)

Berdasarkan Gambar 10, tampak bahwa pada waktu transportasi 2, 4, 6, dan 8 jam menghasilkan jumlah udang hidup yang berbeda. Jumlah udang galah hidup tertinggi sebesar 65 ekor diperoleh pada pengujian transportasi selama 2 jam, sedangkan jumlah udang uji yang hidup terendah diperoleh pada waktu pengujian selama 8 jam sebesar 30 ekor. Berdasarkan pengujian statistik dengan selang kepercayaan 95 % ( $P < 0,05$ ) diperoleh hasil yang berbeda nyata pada waktu transportasi. Hasil uji lanjut Tukey (Lampiran 26) memperlihatkan bahwa waktu transportasi 2 jam memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan waktu transportasi 4 jam. Sedangkan waktu transportasi 2 jam memberikan hasil yang berbeda nyata dengan waktu transportasi 6 dan 8 jam. Hal ini berarti jumlah kelulusan udang yang hidup pada waktu transportasi 2 dan 4 jam memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan waktu transportasi 6 dan 8 jam. Pada Gambar 10 tampak kecenderungan penurunan kelulusan hidup udang. Semakin lama waktu transportasi, semakin sedikit jumlah udang yang hidup. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh dari waktu terhadap kehidupan udang. Udang galah memiliki karakteristik yang cukup unik, susunan karapasnya memiliki struktur khusus yang dapat mempertahankan keberadaan air untuk pernapasan udang. Kelembaban serbuk gergaji mampu menyediakan tambahan air yang mengandung oksigen untuk proses respirasi udang walau jumlahnya tidak terlalu banyak. Organisme air termasuk udang, tidak mampu mengambil oksigen dari udara melainkan hanya dapat mengikat oksigen yang terlarut di dalam air. Apabila kandungan oksigen terlarut mencapai titik kritis, maka akan mengakibatkan kematian pada udang. Faktor utama penyebab kematian udang diperkirakan karena udang telah siuman. Pada kondisi siuman, udang akan memiliki taraf metabolisme yang lebih tinggi dan membutuhkan oksigen dalam jumlah banyak. Pada kondisi tersebut, udang yang berada dalam serbuk gergaji lembab yang kandungan oksigen terlarutnya terbatas akan meronta-ronta dan kehabisan energi dan dapat mengakibatkan kematian. Udang dalam keadaan sadar yang merasakan perubahan suhu secara tiba-tiba juga dapat menyebabkan udang stres dan menimbulkan kematian.

Pengujian statistik dengan selang kepercayaan 95 % ( $P < 0,05$ ) memberikan informasi bahwa adanya interaksi antara konsentrasi ubi kayu dan waktu

transportasi (Lampiran 26). Interaksi antara konsentrasi ekstrak ubi kayu dan waktu transportasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada beberapa kombinasi. Pengujian lanjutan uji Tukey dengan selang kepercayaan 95 % menyatakan bahwa kombinasi pengujian tanpa bahan anestesi (0 ppt) dengan waktu transportasi 2 jam diperoleh hasil yang tidak berbeda nyata dengan kombinasi konsentrasi 13 ppt dan waktu transportasi 8 jam, konsentrasi 17 ppt dan waktu transportasi 8 jam serta konsentrasi 23 ppt dan waktu transportasi 6 jam. Hal ini mengandung pengertian bahwa bahan anestesi yang berasal dari bahan uji dapat mempertahankan kelulusan hidup udang lebih lama.

Konsentrasi 17 ppt memberikan hasil yang tidak berbeda nyata untuk semua waktu transportasi (Lampiran 26). Hal ini berarti penggunaan konsentrasi bahan uji sebesar 17 ppt mampu mempertahankan kelulusan hidup selama 8 jam yang secara statistik sama baiknya dengan transportasi selama 2 jam. Pada konsentrasi tertentu, keberadaan sianida dapat ditolerir dan belum bersifat merusak, sehingga organ-organ hanya kehilangan kemampuan untuk merasakan rangsangan dari luar. Namun demikian pengaruh sianida tersebut secara perlahan akan kembali menjadi normal atau lain reaksi pada tubuh udang bersifat dapat balik (*reversible*).

Pada konsentrasi tinggi, sianida yang diabsorpsi dalam jumlah banyak akan merusak sistem syaraf reseptor sehingga berdampak buruk terhadap kinerja syaraf udang. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang menyatakan bahwa kombinasi konsentrasi 30 ppt dengan waktu transportasi selama 6 jam memberikan hasil yang tidak berbeda dengan kombinasi konsentrasi 0 ppt dengan waktu transportasi 4 jam. Pada konsentrasi tinggi, reaksi sianida akan menyebabkan kerusakan pada sistem syaraf sehingga tubuh tidak dapat memperbaiki sistem syaraf yang menjadi tidak normal (*irreversible*). Kondisi yang sangat kritis ini dapat mengakibatkan kematian udang galah.

Penelitian ini dapat diketahui bahwa pemingsanan udang dengan ekstrak ubi kayu 17 ppt cukup berhasil hingga waktu transportasi selama 8 jam dengan tingkat kelulusan hidup sebesar 83 %. Namun demikian penelitian ini belum mampu mempertahankan kelulusan hidup sebesar 100 % pada waktu transportasi selama 8 jam seperti yang telah dilakukan oleh Kasim (1991). Penelitiannya

dengan memanfaatkan ekstrak biji karet 80 ppb mampu mempertahankan kelulusan hidup udang sebesar 70 % selama waktu transportasi 18 jam.

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam penanganan transportasi udang tanpa media air adalah air sebagai pelembab medium pengangkutan udang, oksigen untuk kebutuhan respirasi, suhu, berkaitan dengan tingkat metabolisme, gangguan fisik berupa cahaya, suara, atau getaran (Suparno dan Irianto 1995).



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kandungan sianida yang terdapat pada ubi kayu adalah sebesar 146 ppm. Ekstrak ubi kayu sebanyak 30 ppt dan 24 ppt mampu mematikan 50 % populasi udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) selama 24 dan 48 jam. Konsentrasi ekstrak ubi kayu yang dapat memingsankan udang galah selama 12, 24, dan 48 jam adalah sebesar 4,90; 3,77; dan 3,08 ppt.

Sianida yang terkandung dalam ubi kayu akan kehilangan kemampuannya sebesar 50 % untuk mematikan udang apabila didedahkan selama 18,98 jam. Penurunan kandungan sianida bahan pada media yang diberi udang memiliki persamaan  $y = -6,761x + 12,615$ , sedangkan peluruhan udang pada media tanpa pemberian udang memiliki persamaan  $y = -6,6269x + 14,177$ .

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan ekstrak ubi kayu sebesar 13 dan 17 ppt merupakan konsentrasi terbaik untuk mempertahankan tingkat kelulusan hidup udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) yang ditransportasikan selama yaitu sebesar 80 % dan 95 %. Penggunaan konsentrasi yang menghasilkan tingkat kelulusan hidup udang galah paling rendah adalah 0 ppt yaitu sebesar 24 %, sedangkan lamanya waktu transportasi terbaik adalah waktu transportasi 4 jam sebanyak 69 %. Waktu transportasi 8 jam merupakan waktu transportasi dengan tingkat kelulusan hidup udang galah terendah, yaitu sebanyak 40 %.

Pengujian dengan konsentrasi 17 ppt dengan waktu transportasi 8 jam mampu memberikan hasil sama dengan pengujian tanpa penggunaan ekstrak ubi kayu dengan waktu transportasi 2 jam. Konsentrasi 17 ppt merupakan konsentrasi terbaik yang dapat digunakan untuk transportasi tanpa media air. Nilai kelulusan hidup udang galah pada pengujian konsentrasi 17 ppt dengan lama transportasi 6 jam adalah 93 %, sedangkan untuk lama transportasi 8 jam adalah sebesar 87 %.

## 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemurnian ekstrak ubi kayu dan dijadikan produk bahan pembius dalam bentuk serbuk agar dapat digunakan secara praktis. Perlu pengujian lebih lanjut transportasi dengan jumlah udang yang lebih banyak dan waktu transportasi yang lebih lama. Selain itu perlu penelitian untuk mempertahankan kestabilan sianida untuk mempertahankan udang agar tetap pingsan dengan menggunakan wadah kontainer bersuhu rendah.



## DAFTAR PUSTAKA

- [AAF] Animal Aid Factlife. 2003. Focus On Fish: rearing and transportation. *J. Animal Aid July 2003*. Kentucky: The Old Chapel, Brandfort St, Tonbridge.
- Abel PD. 1989. *Water Pollution Biology*. Chichester: Ellis Horwood Limited.
- Achmadi D. 2005. Pembiasan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan tegangan listrik untuk transportasi sistem kering [skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Ali F. 2006. *Penentuan Suhu dan Tingkat Kepadatan Optimum dalam Transportasi Hidup Tokolan Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii)*. Bogor: Puslit Limnologi-LIPI.
- Ariens EJ, Mutschler E, Simonis AM. 1986. *Toksikologi Umum Pengantar*. Wattimena YR, Widiyanto MB, Sukandar YH, penerjemah; Padmawinata K, editor. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *Allgemeine Toxikologie, Eine Einfuhrung*.
- Bagalopalan CG, Padmaja, Nanda SK, Moorthy SN. 1988. *Cassava in food, feed, and Industry*. Florida: CRC Press Inc.
- Cassaret LJ dan Donev J. 1975. *The Basic Science of Poisonous*. Ney York: Macmillan Published co. Inc.
- Chowdhury R, Bhattacharjee H, Angell C. 1993. *A Manual for Operating a Small-scale Recirculation Freshwater Prawn Hatchery*. India: Bay of bengal programme.
- Cooke RD. 1978. An enzymatic assay for total cyanide content of cassava (*Manihot esculata* Crantz). *J. Sci. Food Agric.* 29:345-352.
- D'abramo R dan Brunson MW. 1996<sup>a</sup>. *Biology and Life History of Freshwater Prawns*. SRAC Publication No. 483. Mississippi State University.
- \_\_\_\_\_. 1996<sup>b</sup>. *Production of Freshwater Prawns in Ponds*. SRAC Publications No. 484. Mississippi State University.
- D'abramo R, Cortney L, Fordren MW, Steeby JA, Posadas BC. 2003. *Culture of Freshwater prawns in Temperate Climates: managements practices and economics*. Mississippi: Mississippi State University.



Doloksaribu SFS. 2000. Penggunaan ekstrak alga laut jenis *Caulerpa racemosa* sebagai zat pembius dalam transportasi udang windu tambak (*Penaeus monodon* Fab) hidup tanpa media air [skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Effendi E. 2000. *Dasar-dasar Limnologi*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Effendi, Irzal. 2002. *Pengantar Akuakultur*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Ferdiansyah. 2000. Toksisitas dan daya anestesi minyak cengkeh (*Eugenol aromatica*) terhadap benih ikan patin (*Pangasius hypothalamus*) [skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Ferguson JB. 2004. *Cytochrome*. USA: Microsoft corporation.

[FSANZ] Food Standards Australia New Zealand. 2004. *Cyanogenic glycosides in Cassava and Bamboo Shoot: a human health risk assesment*. Canberra: Food Standards Australia New Zealand. [http://www.foodstandards.gov.au/\\_srcfiles/28\\_Cyanogenic\\_glycosides.pdf](http://www.foodstandards.gov.au/_srcfiles/28_Cyanogenic_glycosides.pdf) [3 Juni 2006).

[FSNET] Food Safety Network. 2005. What is Cassava ?. University of Guelph.

Furlong MW. 2004. *Anesthesia*. USA: Microsoft Corporation.

Geankolis CJ. 1987. *Transport Processes and Unit Operator*. London: Allyn and Bacon Inc.

Hadie W dan Hadie LE. 2002. *Budidaya Udang Galah GIMarco*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.

Hidayat A dan Damardjati DS. 2003. *Uji Cepat Sianida pada Umbi dan Tepung Ubi Kayu*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Junianto. 2003. *Teknik Penanganan Ikan*. Jakarta: PT Penebar Swadaya.

Kania MD. 1995. Kajian penggunaan MS-222 sebagai bahan pembius pada penggunaan lobster hijau (*Panulirus homorus*) hidup [skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Kasim GB. 1991. Toksisitas dan daya anestesi biji karet (*Havea brasiliensis*, Muell. Arg) serta peranannya dalam transportasi udang hidup.[skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Khairuman dan Amri K. 2004. *Budidaya Udang Galah Secara Intensif*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.

Koeman. 1983. *Pengantar Toksikologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Koesoemadinata S. 2003. *Metode Standar Pengujian Toksisitas Pestisida Terhadap Ikan*. Jakarta: Komisi Pestisida, Direktorat Jendral Bina Sarana Pertanian, Departemen Pertanian.

Koesoemo PST. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu lainnya*. Jakarta: PT Gramedia.

Lesmana DS. 2004. *Kualitas Air untuk Ikan Hias Air Tawar*. Jakarta : PT. Penebar Swadaya.

Litchfield JT dan Wilcoxon F. 1949. *A Simplified Method of Evaluating Dose Effect Experiment*. J. Pharmacol and Exper.Ther.

Loomis TA. 1978. *Toksikologi Dasar*. Edisi ke-3. Donatus IA, penerjemah; Semarang: IKIP Semarang Press. Terjemahan dari: *Essentials of Toxicology*.

Meredith TJ, Jacobsen D, Haines JA, Berger JC. 1993. *Antidotes for Poisoning by Cyanide*. Inggris: Cambridge University Press.

[O-FISH] Ornamental Fish Information Service Highlights. 2006. Parameter Air: pH (Kemasaman). [www.o-fish.com](http://www.o-fish.com).

Pramono V. 2002. Penggunaan ekstrak *Caulerpa racemosa* sebagai bahan pembius pada pra transportasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hidup [skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Prasetyo. 1993. Kajian kemasan dingin untuk transportasi udang hidup secara kering [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Sastrosupadi A. 1995. *Rancangan Percobaan Praktis untuk Bidang Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.

Sayre R. 2004. *Metabolic Engineering of Cyanogenic Glucoside Synthesis and Turnover in Cassava*. USA: Dep. Plant Cell. & Molec. Biol., Ohio University.

Simeonova FP dan Fishbein L. 2004. Hydrogen Cyanide and Cyanides: human health aspects. *Concise International Chemical Assessment Document 61*. Geneva: World Health Organization.  
<http://www.inchem.org/d/Cuments/cicads/cicads/cicad61.htm> [3 Juni 2006]

[SNI] Standard Nasional Indonesia. 1992. *Tepung Singkong*. SNI no 01-2997-1992

Stephen K dan O'hair. 1995. *Cassava*. Florida: Tropical Research and Education Center, University of Florida

Subasinghe S. 1997. *Live fish-handling and transportation*. INFOFISH International. 2(97): 39-43

Suparno, Basmal J, Muljanah I, Wibowo S. 1994. Pengaruh suhu dan waktu pembiusan dengan pendinginan bertahap terhadap ketahanan hidup udang windu tambak (*Penaeus monodon* Fab.) dalam Transportasi Sistem Kering. *Jurnal Penelitian Pasca Panen Perikanan* No 79. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan

Suparno dan Irianto HE. 1995. Ikan hidup dan teknologi pascapanen. *Di dalam: Prosiding Temu Usaha Pemasaryakatan Teknologi Keramba Jaring Apung bagi Budidaya Laut*; Jakarta, 12-13 April 1995. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hlm. 88-99

Terchunian AV, Kunz NA, O'dierno LJ. 1999. *APEC Air Shipment of Live and Fresh Fish & Seafood Guideline*. New York: First Coastal Corporation

Tseng WY. 1987. *Shrimp Mariculture A Practical Manual*. Port Moresby: Departemen of Papua New guinea

Wardoyo STH dan Djokosetyanto. 1988. Makalah dalam seminar memacu keberhasilan dan pengembangan usaha pertambakan udang, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Wibowo S. 1990. Kajian sifat mutu udang tambak (*Penaeus monodon* Fab) pada umur panen [tesis]. Bogor: Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

\_\_\_\_\_. 1993. *Penerapan Teknologi Penanganan dan Transportasi Ikan Hidup di Indonesia*. Jakarta: SubBPPL, Slipi.

Willford WA. 1970. *Effect of MS-222 on Electrolite and Water Content in the Brain of Rainbow Trout*. Bureau: US bureau of sport fisheries and wild life Investigation in fish

Winarno FG. 2000. *Food Science and Technology Development (new technologies application, regulatory technical standards, scientific needs)*. Jakarta: International Union of Food Science & Technology

Wright GJ dan Hall LW. 1961. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. London: Baillere, Tindal and cox

Yatim W. 2003. *Kamus Biologi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia



*@Mick cipra muthi IPB University*

**IPB University**

# LAMPIRAN



Lampiran 1. Hasil pengukuran HCN dalam ubi kayu

Bobot Ubi Kayu (gram)	ml AgNO3			N HCN	HCN (ppm)
	ml awal	ml akhir	ml AgNO3 terpakai		
1,0206	0,00	0,30	0,3000	0,001	0,15873
2,5515	0,30	3,05	2,7500	0,001	0,58201
5,1228	3,05	10,65	7,6000	0,001	0,80112
7,5089	0,00	1,75	1,7500	0,010	1,25851
10,0118	1,75	4,55	2,8000	0,010	1,51022

Lampiran 2. Analisis regresi kandungan HCN dalam ubi kayu

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0,987447541
R Square	0,975052647
Adjusted R Square	0,966736862
Standard Error	0,097965211
Observations	5

ANOVA				
	df	SS	MS	Significance F
Regression	1	1,12530073	1,12530073	0,00168503
Residual	3	0,028791548	0,009597183	
Total	4	1,154092278		

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	0,097884047	0,083071208	1,178074205	0,323708191	-0,168505612	0,362233707	-0,168505612	0,362233707
Bobot Singkong (gr)	0,145763187	0,013461251	10,82835338	0,00168503	0,102923477	0,188602897	0,102923477	0,188602897

RESIDUAL OUTPUT

Observation	Predicted HCN (ppm)	Residuals	Standard Residuals
1	0,246628956	-0,087899787	-1,036081086
2	0,469778819	0,112231763	1,322858139
3	0,844579702	-0,043455316	-0,51220098
4	1,192385242	0,06612133	0,77936172
5	1,557215922	-0,04699788	-0,553957794

### Lampiran 3. Prosedur pembuatan pereaksi pengujian Total Amoniak Nitrogen (TAN) (Effendi 2000)

a. akuades bebas amoniak

akuades dilewatkan pada resin kation pengganti asam kuat (*strong acid cation exchange resin*). Pembuatan akuades bebas amonia ini dibuat baru tiap hari.

b. fenat

Ditimbang 10,0 gr fenol dan 2,5 gram NaOH, kemudian bahan tersebut dilarutkan dalam 100 ml akuades.

c. mangan sulfat

Ditimbang 50 mg  $MnSO_4 \cdot H_2O$ , kemudian dilarutkan dalam 100 ml akuades bebas amoniak.

d. kloroks

sebanyak 20 mg kloroks (mengandung z chlorine) dilarutkan ke dalam 80 ml akuades, lalu ditambahkan HCl hingga pH menjadi sekitar 6,5 – 7,0. Larutan kloroks dibuat baru setiap 4 – 5 hari.

e. larutan standar ( $NH_4Cl$ ) 0,30 ppm

- 1) ditimbang 1,9079 gr  $NH_4Cl$ , lalu dilarutkan dalam 500 ml akuades (1000 ppm).
- 2) dipipet 5 ml larutan (1), diencerkan hingga volume 500 ml (10 ppm)
- 3) dipipet 15 ml larutan (2), encerkan hingga volume 500 ml (0,30 ppm)

Lampiran 4. Persentase un-ionized amoniak yang terlarut pada pH dan suhu yang berbeda

pH	Suhu ( °C)								
	16	18	20	22	24	26	28	30	32
7,0	0,30	0,34	0,40	0,46	0,52	0,60	0,70	0,81	0,95
7,2	0,47	0,54	0,63	0,72	0,82	0,95	1,10	1,27	1,50
7,4	0,74	0,86	0,99	1,14	1,30	1,50	1,73	2,00	2,36
7,6	1,17	1,35	1,56	1,79	2,05	2,35	2,72	3,13	3,69
7,8	1,84	2,12	2,45	2,80	3,21	3,68	4,24	4,88	5,72
8,0	2,88	3,32	3,83	4,37	4,99	5,71	6,55	7,52	8,77
8,2	4,49	5,16	5,94	6,76	7,68	8,75	10,00	11,41	13,22
8,4	6,93	7,94	9,09	10,30	11,65	13,20	14,98	16,96	19,46
8,6	10,56	12,03	13,68	15,40	17,28	19,42	21,83	24,45	27,68
8,8	15,76	17,82	20,08	22,38	24,88	27,64	30,68	33,90	37,76
9,0	22,87	25,57	28,47	31,37	34,42	37,71	41,23	44,84	49,02
9,2	31,97	35,25	38,69	42,01	45,41	48,96	52,65	56,30	60,38
9,4	42,68	46,32	50,00	53,45	56,86	60,33	63,79	67,12	70,72
9,6	54,14	57,77	61,31	64,54	67,63	70,67	73,63	76,39	79,29
9,8	65,17	68,43	71,53	74,25	76,81	79,25	81,57	83,68	85,85
10,0	74,78	77,46	79,92	82,05	84,00	85,82	87,52	89,05	90,58



## Lampiran 5. Penentuan ambang konsentrasi ekstrak ubi kayu

No	Konsentrasi (ppt)	Ulangan	Waktu Dedah (Jam)		
			0	24	48
1	0	1	5	5	5
		2	5	5	5
		3	5	5	5
		rata-rata	5,0	5,0	5,0
		% SR	100 %	100 %	100 %
2	0,01	1	5	5	5
		2	5	5	5
		3	5	5	5
		rata-rata	5	5	5
		% SR	1	1	1
3	0,1	1	5	5	5
		2	5	5	5
		3	5	5	5
		rata-rata	5,0	5,0	5,0
		% SR	100 %	100 %	100 %
4	1	1	5	5	5
		2	5	5	5
		3	5	5	5
		rata-rata	5,0	5,0	5,0
		% SR	100 %	100 %	100 %
5	10	1	5	5	5
		2	5	5	5
		3	5	5	5
		rata-rata	5,0	5,0	5,0
		% SR	100 %	100 %	100 %
6	100	1	5	0	0
		2	5	0	0
		3	5	0	0
		rata-rata	5,0	0,0	0,0
		% SR	100 %	0 %	0 %



### Lampiran 6. Perhitungan konsentrasi ekstrak ubi kayu

Konsentrasi yang digunakan dalam pengujian toksisitas letal menggunakan deret geometris antara konsentrasi ambang bawah dan konsentrasi ambang atas. Konsentrasi tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\log \frac{N}{n} = k \left( \log \frac{a}{n} \right)$$

$$\frac{a}{n} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{e}{d} = \frac{N}{e}$$

N : konsentrasi ambang atas ( $LC_{100}$ )

n : konsentrasi ambang bawah ( $LC_0$ )

k : jumlah konsentrasi yang diuji

a : konsentrasi 1

b : konsentrasi 2

c : konsentrasi 3

d : konsentrasi 4

e : konsentrasi 5

Berdasarkan percobaan penentuan ambang konsentrasi, diperoleh konsentrasi ambang atas sebesar 100 ppt dan konsentrasi ambang bawah sebesar 10 ppt, dan konsentrasi yang akan diuji sebanyak 6 buah. Dengan menggunakan rumus interval geometris dapat dihitung nilai  $a = \dots?$

$$\log \frac{N}{n} = k \left( \log \frac{a}{n} \right) \rightarrow \log \frac{100}{10} = 6 \left( \log \frac{a}{10} \right)$$

$$\rightarrow \log 10 = 6 (\log (a) - \log(10))$$

$$\rightarrow \log (a) = 0,1667 + 1$$

$$\rightarrow a = 10^{1,667}$$

$$\rightarrow a = 14,6779 \text{ ppt}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat dihitung konsentrasi uji yang digunakan dalam pengujian toksisitas letal.

$$\text{Konsentrasi 1 (a)} = 14,6779 \approx 14,7 \text{ ppt}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi 2 (b)} &= \frac{a}{n} = \frac{b}{a} \\ &= \frac{14,6779}{10} = \frac{b}{14,6779} \rightarrow b = 21,5444 \approx 21,5 \text{ ppt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi 3 (c)} &= \frac{b}{a} = \frac{c}{b} \\ &= \frac{21,5444}{14,6779} = \frac{c}{21,5444} \rightarrow c = 31,6228 \approx 31,6 \text{ ppt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi 4 (d)} &= \frac{c}{b} = \frac{d}{c} \\ &= \frac{31,6228}{21,5444} = \frac{d}{31,6228} \rightarrow d = 46,4159 \approx 46,4 \text{ ppt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi 5 (e)} &= \frac{d}{c} = \frac{e}{d} \\ &= \frac{46,4159}{31,6228} = \frac{e}{46,4159} \rightarrow e = 68,1292 \approx 68,1 \text{ ppt} \end{aligned}$$

## Lampiran 7. Pengujian toksisitas letal dengan waktu pemaparan 24 dan 48 jam

No	Konsentrasi (ppt)	Ulangan	Waktu Dedah (Jam)		
			0	24	48
1	14,7	1	5	5	4
		2	5	5	5
		3	5	4	4
		Rata-rata	5,0	4,7	4,3
		% SR	100,00 %	93,33 %	86,67 %
2	21,5	1	5	4	3
		2	5	4	3
		3	5	3	3
		Rata-rata	5,0	3,7	3,0
		% SR	100,00 %	73,33 %	60,00 %
3	31,6	1	5	3	2
		2	5	3	1
		3	5	2	1
		Rata-rata	5,0	2,7	1,3
		% SR	100,00 %	53,33 %	26,67 %
4	46,4	1	5	2	1
		2	5	1	0
		3	5	1	0
		Rata-rata	5,0	1,3	0,3
		% SR	100,00 %	26,67 %	6,67 %
5	68,1	1	5	0	0
		2	5	0	0
		3	5	1	0
		Rata-rata	5,0	0,3	0,0
		% SR	100,00 %	6,67 %	0,00 %

## Lampiran 8. Pengukuran pengujian toksisitas (Litchfield & Wilcoxon 1949)

Metode yang digunakan untuk menganalisis data hasil pengujian definitif dilakukan dengan metode Litchfield & Wilcoxon (1949) *diacu dalam* Koesoemadinata (2003). Analisis dilakukan secara bertahap yaitu sebagai berikut

- a. Data perlakuan, jumlah udang galah yang diuji dan jumlah kematian kumulatif udang disusun dalam suatu daftar dan data perlakuan (konsentrasi) ditransformasikan dalam logaritma (konsentrasi + 1) bila didapatkan hasil yang negatif.
- b. Bila terdapat kematian pada kontrol, data harus dikoreksi dengan rumus Abbot (Tatterfield dan Morris 1924 *diacu dalam* Finney 1971):

$$A_i = \frac{(A - C)}{(100 - C)} \times 100\%$$

Keterangan :

$A_i$  : Persentase kematian setelah dikoreksi

A : Persentase kematian tercatat pada perlakuan

C : Persentase tercatat pada kontrol

(a) Cara memplotkan data pada grafik

1. disusun konsentrasi, jumlah udang uji dan mortalitas kumulatif ikan (%) dalam daftar. Dicantumkan dalam daftar tersebut maksimum dua data kematian 0 persen dan 100 persen
2. dengan menggunakan grafik log-probit (Chartwell, Reg. No. 5574), data mortalitas diplotkan pada skala probit dan konsentrasi pada skala logaritma.
3. dibuat garis probit sementara melalui titik-titik tersebut, khususnya pada titik mortalitas antara 40 dan 60 persen.

(b) Uji (Chi)<sup>2</sup>

1. Tentukan selisih angka mortalitas tercatat/terkoreksi dan angka mortalitas harapan pada tiap konsentrasi.

2. Tentukan nilai  $(Chi)^2$  masing-masing konsentrasi dengan rumus :

$$(Chi)^2 = (M - M')^2 / M' (100 - M')$$

Keterangan :

M : angka mortalitas tercatat/terkoreksi

M' : angka mortalitas harapan

3. Tentukan nilai  $(Chi)^2$  garis grafik sebagai perkalian jumlah nilai  $(Chi)^2$  masing-masing konsentrasi dengan jumlah udang uji per konsentrasi.
4. Tentukan derajat bebas (n) dengan rumus :

$$n = K - 2$$

n = derajat bebas

K = jumlah konsentrasi uji

5. Heterogenitas data tidak nyata (letak garis sudah tepat), bila angka  $(Chi)^2_{hitung} < (Chi)^2_{tabel}$  untuk derajat bebas n. Bila nilai  $(Chi)^2_{hitung} > (Chi)^2_{tabel}$ , maka heterogenitas data mortalitas nyata. Dalam hal ini rubahlah letak garis pada grafik probit dengan mengulangi lagi prosedur (a) dan (b)
- (c) Penentuan  $LC_{50}$  dan  $fLC_{50}$
1. Tentukan dari garis probit konsentrasi yang menimbulkan mortalitas 16, 50, dan 84 persen ( $LC_{16}$ ,  $LC_{50}$ , dan  $LC_{84}$ ).
  2. Tentukan angka faktor kemiringan garis probit (*slope function*), dengan rumus :
 
$$S = (LC_{84}/LC_{50} + LC_{50}/LC_{16})/2$$
  3. Tentukan nilai N', yakni jumlah total udang uji pada konsentrasi yang menimbulkan mortalitas harapan antara 16 dan 84 persen.

4. Tentukan angka faktor  $fLC_{50}$  dengan rumus :

$$fLC_{50} = S^{2.77/N'}$$

1. Tentukan nilai-nilai limit kepercayaan  $LC_{50}$  pada taraf 95%, sebagai berikut :

$$LC_{50} \times fLC_{50} = \text{limit atas}$$

$$LC_{50} / fLC_{50} = \text{limit bawah}$$

- (d) Penentuan nilai S dan  $f_s$

1. Tentukan angka nisbi (rasio) kisaran konsentrasi uji sebagai berikut :

$$R = \text{konsentrasi tertinggi} / \text{konsentrasi terendah}$$

2. Dengan nilai R dan nilai S yang diperoleh dari butir d.2, tentukan nilai A dengan rumus sebagai berikut :

$$A = \text{antilog } 1,1 (\log S)^2 / \log R$$

3. tentukan nilai  $f_s$  dengan rumus sebagai berikut :

$$f_s = A^{100(K-1)/K \cdot N}$$

4. tentukan nilai-nilai limit kepercayaan S pada taraf 95% sebagai berikut :

$$S \times f_s = \text{limit atas}$$

$$S / f_s = \text{limit bawah}$$



Lampiran 9. Analisis probit mortalitas udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) selama waktu dedah 24 jam

Konsentrasi (ppt)	Jumlah Udang Uji (ekor)	M (%)	M' (%)	M'-M (%)	(Chi) <sup>2</sup>
14,7	5	6,7	6.5	0,20	0,000065817
	5				
	5				
21,5	5	26,7	25.0	1,70	0,001541333
	5				
	5				
31,6	5	46,7	55.0	(8,30)	0,027834343
	5				
	5				
46,4	5	73,3	81.0	(7,67)	0,038225406
	5				
	5				
68,1	5	93,3	94.0	(0,67)	0,000795922
	5				
	5				
Total					0,068462821

$$(\text{Chi})^2 \text{ hitung} = 0,068463 \times 15 = 1,0269$$

$$n = k - 2$$

$$n = 5 - 2$$

$$n = 3$$

$$(\text{Chi})^2 \text{ tabel} = 7,82$$

$(\text{Chi})^2 \text{ hitung} < (\text{Chi})^2 \text{ tabel}$ , maka data homogen dan grafik telah tepat.

$$LC_{16} = 18,5 \quad ; \quad LC_{50} = 30 \quad ; \quad LC_{84} = 48 \quad ; \quad N' = 45$$

Faktor kemiringan garis probit/slope function

$$S = \frac{\left(\frac{LC_{84}}{LC_{50}}\right) + \left(\frac{LC_{50}}{LC_{16}}\right)}{2} = 1.6108$$

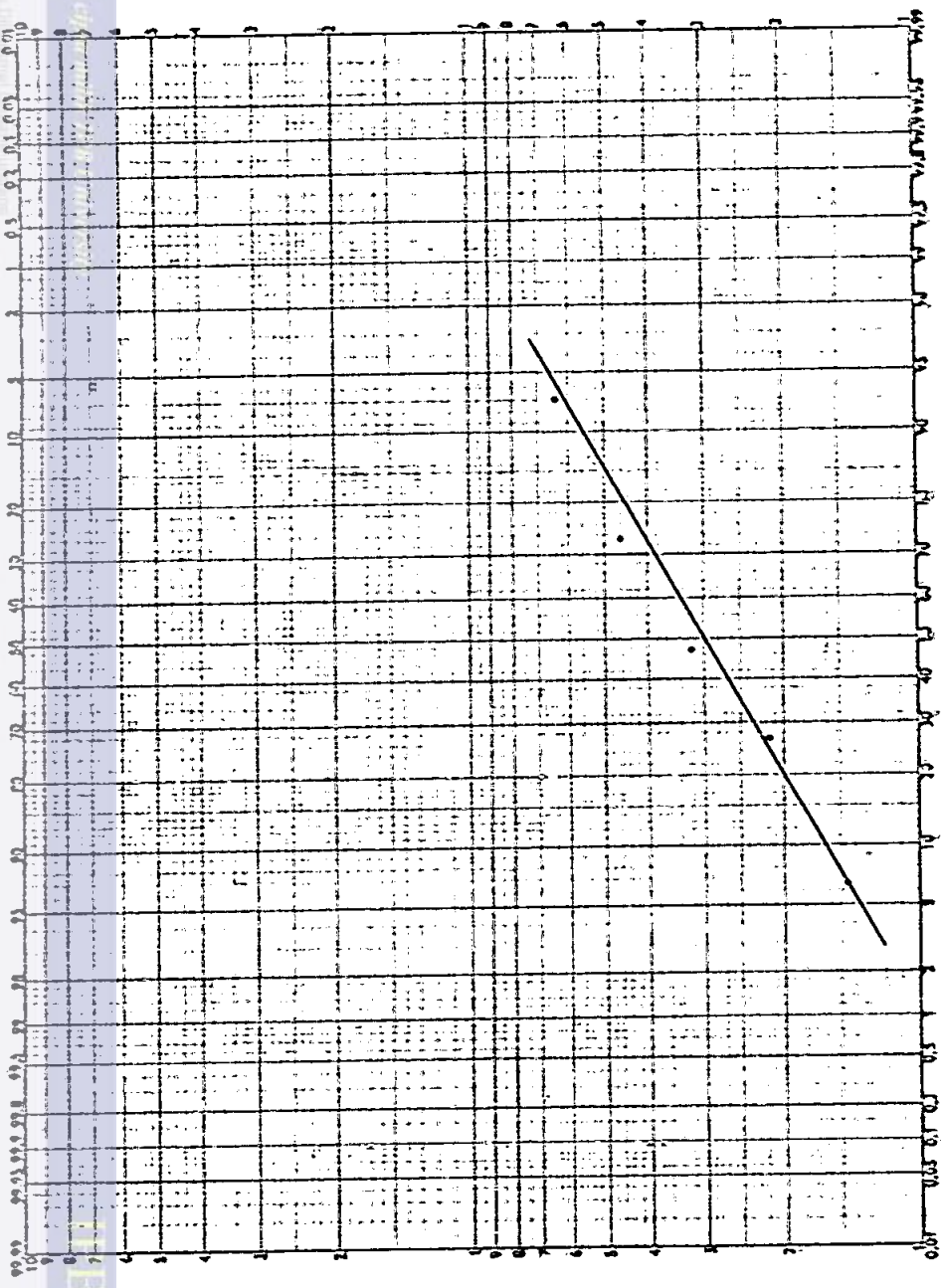
$$fLC_{50} = S^{2.77/N'} = 1,6108^{2.77/45} = 1.2176$$

Limit kepercayaan pada 95%

$$\text{Limit atas} = LC_{50} \times fLC_{50} = 30 \times 1,2176 = 36,52713$$

$$\text{Limit bawah} = LC_{50} / fLC_{50} = 30 / 1,2176 = 24,63922$$





No. 53 H

Waharwan

Lampiran 10. Grafik log probit LC<sub>50-24</sub> jam ekstrak ubi kayu terhadap udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*)

Lampiran 11. Analisis probit mortalitas udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) selama waktu dedah 48 jam

Konsentrasi (gr/l)	Jumlah Udang Uji (ekor)	M (%)	M' (%)	M-M' (%)	(Chi) <sup>2</sup>
14,7	5	13,0	8,0	5,00	0,03396739
	5				
	5				
21,5	5	40,0	36,0	4,00	0,00694444
	5				
	5				
31,6	5	73,0	77,0	(4,00)	0,00903444
	5				
	5				
46,4	5	93,3	97,0	(3,67)	0,04628488
	5				
	5				
68,1	5	100,0	99,0	1,00	0,01010101
	5				
	5				
Total					0,10633217

$$(\text{Chi})^2 \text{ hitung} = 0,10633217 \times 15 = 1,59$$

$$n = k - 2$$

$$n = 5 - 2$$

$$n = 3$$

$$(\text{Chi})^2 \text{ tabel} = 7,82$$

$(\text{Chi})^2 \text{ hitung} < (\text{Chi})^2 \text{ tabel}$ , maka data homogen dan grafik telah tepat.

$$LC_{16} = 17 \quad ; LC_{50} = 24 \quad ; LC_{84} = 34 \quad ; N' = 45$$

Faktor kemiringan garis probit/slope function

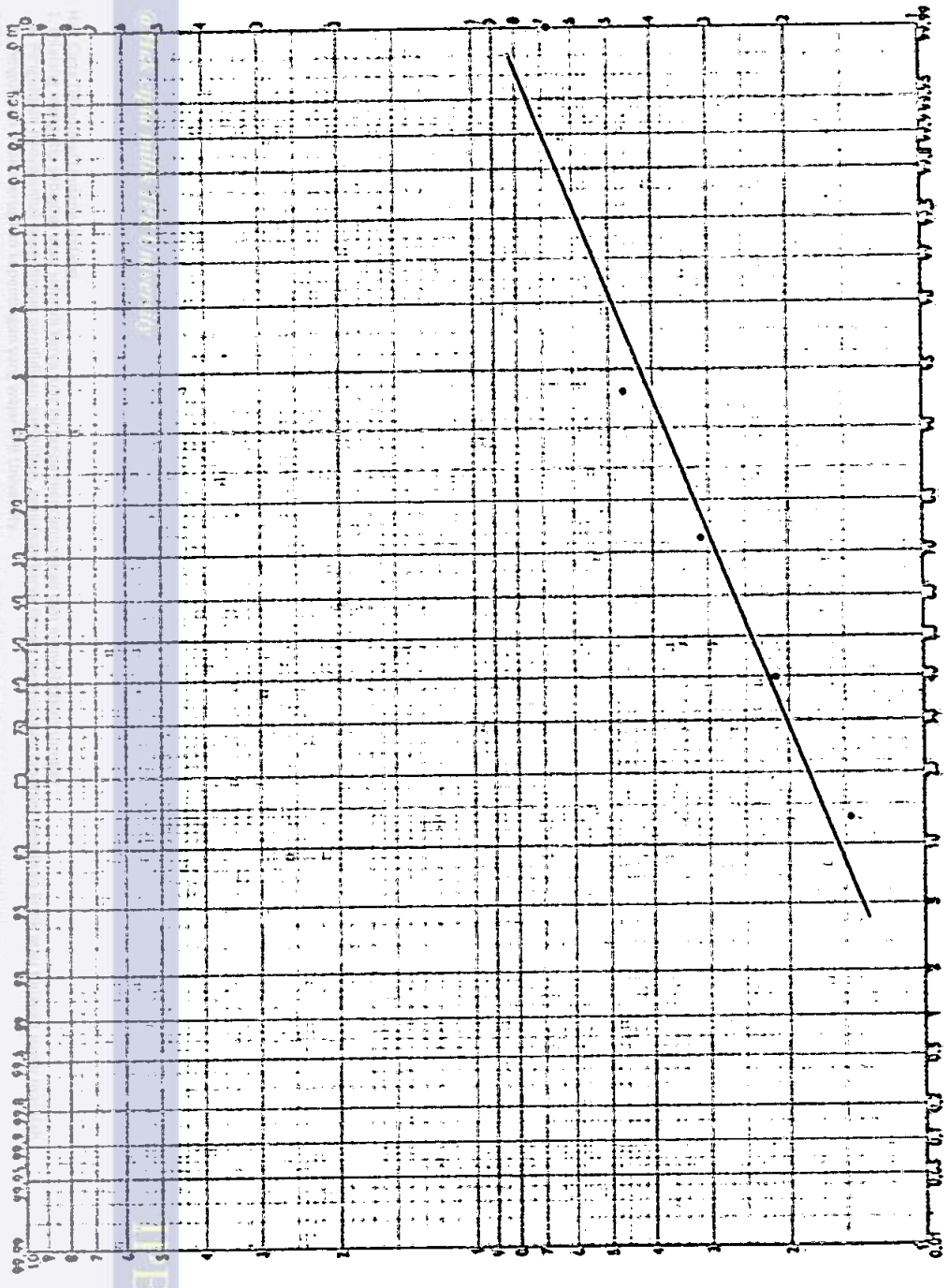
$$S = \frac{\left(\frac{LC_{84}}{LC_{50}}\right) + \left(\frac{LC_{50}}{LC_{16}}\right)}{2} = 1,4142$$

$$fLC_{50} = S^{2,77/N'} = 1,4142^{2,77/45} = 1,1539$$

Limit kepercayaan pada 95%

$$\text{Limit atas} = LC_{50} \times fLC_{50} = 24 \times 1,1539 = 27,69257$$

$$\text{Limit bawah} = LC_{50} / fLC_{50} = 24 / 1,1539 = 20,7998$$



No. 153 H

elektropatir - wdmrmarvear

Lampiran 12. Grafik log probit LC<sub>50-48</sub> jam ekstrak ubi kayu terhadap udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*)



Lampiran 13. Tabel analisis probit dan persentasenya

Percentage	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

## Lampiran 14. Perhitungan metode BSLT

### A. Contoh perhitungan mortalitas/sedative probit

$$\% \text{ mortalitas/sedative} = \frac{\text{Jumlah mortalitas}}{\text{Jumlah udang uji}} \times 100\%$$

Waktu dedah 0 jam

$$\% \text{ mortalitas/sedative} = 5/5 \times 100\% \rightarrow \text{tabel probit} \rightarrow 8.09$$

Waktu dedah 3 jam

$$\% \text{ mortalitas/sedative} = 4/5 \times 100\% \rightarrow \text{tabel probit} \rightarrow 5.84$$

Waktu dedah 6 jam

$$\% \text{ mortalitas/sedative} = 3/5 \times 100\% \rightarrow \text{tabel probit} \rightarrow 5.25 \text{ dst....}$$

### B. Perhitungan persamaan regresi antara log waktu dedah dengan probit mortalitas/sedative

Dari persamaan regresi antara log konsentrasi dengan mortalitas/sedative probit diperoleh persamaan regresi  $y = a + bx$

$$y = 5,0 \rightarrow x = \frac{5 - a}{b}$$

$$\text{Anti log } x = \text{LT}_{50}$$



Lampiran 15. Bioaktivitas ekstrak ubi kayu

Waktu Pemasukan Udang Uji (jam)	Ulangan	Jumlah Kematan	Persentase	Harga Probit	Rata-rata Probit
0	1	5	100 %	8,09	8,0900
	2	5	100 %	8,09	
	3	5	100 %	8,09	
3	1	5	100 %	8,09	7,3400
	2	5	100 %	8,09	
	3	4	80 %	5,84	
6	1	4	80 %	5,84	5,6433
	2	4	80 %	5,84	
	3	3	60 %	5,25	
9	1	4	80 %	5,84	5,4467
	2	3	60 %	5,25	
	3	3	60 %	5,25	
24	1	2	40 %	4,75	4,7500
	2	2	40 %	4,75	
	3	2	40 %	4,75	
48	1	1	20 %	4,16	4,3567
	2	2	40 %	4,75	
	3	1	20 %	4,16	



Lampiran 16. Analisis regresi bioaktivitas ekstrak ubi kayu

Regression Statistics	
Multiple R	0,967600411
R Square	0,936250555
Adjusted R Square	0,920313194
Standard Error	0,415585911
Observations	6

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	10,14605711	10,14605711	58,74564433	0,001557595
Residual	4	0,690846596	0,172711649		
Total	5	10,8369037			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	7,99800565	0,317864912	25,16165	1,48127E-05	7,115471172	8,880540128	7,115471172	8,880540128
X Variable 1	-2,345179941	0,305976685	-7,664570721	0,001557595	-3,19470741	-1,495652472	-3,19470741	-1,495652472

Perhitungan  $LT_{50}$

Dari persamaan regresi antara log konsentrasi dengan probit mortalitas diperoleh persamaan garis  $y = -2,3452x + 7,998$

Maka  $LT_{50} \rightarrow y = 5,0$

$$Y = -2,3452x + 7,998 \Leftrightarrow 5 = -2,3452x + 7,998$$

$$-2,998 = -2,3452x$$

$$X = 1,278355791$$

$$LT_{80} = \text{antilog } 1,278355791$$

$$LT_{50} = 18,98 \text{ jam}$$

Lampiran 17. Penurunan konsentrasi senyawa sianida dalam media air tawar berisi dan tanpa udang selama waktu 48 jam

Waktu (Jam)	Konsentrasi Sianida (ppm)	
	Dengan Udang	Tanpa Udang
0	1,4256	1,4148
3	0,8208	1,0368
6	0,6588	0,9288
9	0,5724	0,8316
12	0,4644	0,7776
24	0,3348	0,4482
36	0,2592	0,3564
48	0,2106	0,3078







**SUMMARY OUTPUT**

Click on the IPB University

Lampiran 19. Analisis regresi peluruhan senyawa ekstrak ubi kayu total pada media uji tanpa penambahan udang uji

Regression Statistics	
Multiple R	0,991691332
R Square	0,983451698
Adjusted R Square	0,980693647
Standard Error	0,526180786
Observations	8

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	98,72356068	98,72356068	356,5749576	1,42503E-06
Residual	6	1,66119732	0,27686622		
Total	7	100,384758			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	14,17691903	0,393580049	36,02042093	3,05317E-08	13,21386334	15,13997471	13,21386334	15,13997471
X Variable 1	-6,626911444	0,350942324	-18,88319246	1,42503E-06	-7,485636373	-5,768186514	-7,485636373	-5,768186514

**RESIDUAL OUTPUT**

Observation	Predicted Y	Residuals	Standard Residuals
1	14,17691903	-0,028919026	-0,059363851
2	11,01507872	-0,647078723	-1,32829803
3	9,020179599	0,267820401	0,5497713
4	7,83323842	0,46276158	0,94993897
5	7,025280476	0,750719524	1,51047835
6	5,030381353	-0,548381353	-1,125695909
7	3,863440173	-0,299440173	-0,614679139
8	3,03548223	0,04251777	0,087278825



Lampiran 20. Analisis regresi antara % probit pingsan dengan log konsentrasi selama waktu, dedah 12 jam

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0,952937719
R Square	0,908090295
Adjusted R Square	0,885112869
Standard Error	0,83174769
Observations	6

ANOVA				
	df	SS	MS	Significance F
Regression	1	27,34077757	27,34077757	0,003270169
Residual	4	2,767216877	0,691804219	
Total	5	30,10799444		

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-0,176849978	0,602021171	-0,293760397	0,783552958	-1,848328712	1,494628755	-1,848328712	1,494628755
Log Konsentrasi	7,503117151	1,19351505	6,286571041	0,003270169	4,189388132	10,81684617	4,189388132	10,81684617

RESIDUAL OUTPUT

Observation	Predicted 12 Jam	Residuals	Standard Residuals
1	-0,176849978	0,176849978	0,237721474
2	1,078551586	-1,078551586	-1,449787413
3	2,317474732	0,455858601	0,612764444
4	3,572360741	0,980972592	1,318621877
5	4,824112513	0,092554154	0,124411154
6	6,074350406	-0,62768374	-0,843731535

Lampiran 21 Analisis regresi antara % probit pingsan dengan log konsentrasi selama waktu dedah 24 jam

Regression Statistics	
Multiple R	0,943924863
R Square	0,890994147
Adjusted R Square	0,863742683
Standard Error	1,057911562
Observations	6

ANOVA				
	df	SS	MS	Significance F
Regression	1	36,59179806	36,59179806	0,00462847
Residual	4	4,476707493	1,119176873	
Total	5	41,06850556		

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-0,063779846	0,765719178	-0,083294043	0,937619598	-2,189757111	2,082197418	-2,189757111	2,082197418
Log Konsentrasi	8,680168821	1,518048546	5,717978416	0,00462847	4,465390366	12,89494728	4,465390366	12,89494728

RESIDUAL OUTPUT

Observation	Predicted 24 Jam	Residuals	Standard Residuals
1	-0,063779846	0,063779846	0,067404534
2	1,388562866	-1,388562866	-1,467476616
3	2,821842108	1,338157892	1,414207065
4	4,273588388	0,643078278	0,679825215
5	5,721708747	-0,078375413	-0,082829585
6	7,168077737	-0,578077737	-0,610930612





Lampiran 23. Jumlah udang uji yang pulih sadar pada setiap perlakuan dan ulangan

Konsentrasi Bahan Uji (ppt)	Ulangan	Waktu Pengamatan (menit ke-)										
		0	5	10	15	20	25	30				
0	1	5										
	2	5										
	3	5										
	%	100 %										
1,47	1	5	5									
	2	4	5									
	3	5	5									
	%	93 %	100 %									
2,15	1	4	5									
	2	4	5									
	3	5	5									
	%	87 %	100 %									
3,16	1	2	3	4	4	5						
	2	2	2	3	3	5						
	3	2	3	4	4	5						
	%	40 %	53 %	73 %	73 %	100 %						
4,64	1	0	0	2	4	5						
	2	1	1	2	3	5						
	3	1	1	3	4	5						
	%	13 %	13 %	47 %	73 %	100 %						
6,81	1	0	0	2	3	4	5					
	2	0	0	2	3	3	4	5				
	3	0	0	3	4	5	5					
	%	0 %	0 %	47 %	67 %	80 %	93 %	100 %				

## Lampiran 24 Perhitungan konsentrasi untuk pengujian transportasi sistem kering berdasarkan rumus interval geometris

Contoh Perhitungan:

Rumus Interval Geometris:

$$\log \frac{N}{n} = k \left( \log \frac{a}{n} \right)$$

$$\frac{a}{n} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{e}{d} = \frac{N}{e}$$

$N$  : median lethal concentration 24 jam ( $LC_{50}$ -24 jam)

$n$  : konsentrasi ambang bawah ( $LC_0$ )

$k$  : jumlah konsentrasi yang diuji

$a$  : konsentrasi 1

$b$  : konsentrasi 2

$c$  : konsentrasi 3

$d$  : konsentrasi 4

$e$  : konsentrasi 5

Median lethal time 24 jam adalah sebesar 30 ppt, konsentrasi ambang bawah sebesar 10 ppt, dan konsentrasi yang akan diuji sebanyak 5 perlakuan dengan 1 perlakuan 0 ppt ( $k=4$ ). Dengan menggunakan rumus interval geometris dapat dihitung nilai  $a=...$ ?

$$\log \frac{N}{n} = k \left( \log \frac{a}{n} \right) \rightarrow \log \frac{30}{10} = 4 \left( \log \frac{a}{10} \right)$$

$$\rightarrow \log 3 = 4 (\log (a) - \log(10))$$

$$\rightarrow \log (a) = 0,11928 + 1$$

$$\rightarrow a = 10^{1,11928}$$

$$\rightarrow a = 13,1607 \text{ ppt}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat dihitung konsentrasi uji yang digunakan dalam pengujian toksisitas letal.

Konsentrasi 1(control)= 0 ppt

$$\text{Konsentrasi 2(a)} = 13,1607 \text{ ppt} \approx 13 \text{ ppt}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi 3(b)} &= \frac{a}{n} = \frac{b}{a} \\ &= \frac{13,1607}{10} = \frac{b}{13,1607} \rightarrow b = 17,3205 \approx 17 \text{ ppt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi 4(c)} &= \frac{b}{a} = \frac{c}{b} \\ &= \frac{17,3205}{13,1607} = \frac{c}{17,3205} \rightarrow c = 22,7951 \approx 23 \text{ ppt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi 5(d)} &= \frac{c}{b} = \frac{d}{c} \\ &= \frac{22,7951}{17,3205} = \frac{d}{22,7951} \rightarrow d = 30 \text{ ppt} \end{aligned}$$





Lampiran 25 Waktu pemingsanan udang untuk transportasi sistem kering

Konsentrasi Bahan Uji (ppt)	Waktu Pengamatan (menit ke-)									
	Ulangan	0	5	10	15	20	25	30		
0	1	0	0	0	0	0	0	0		
	2	0	0	0	0	0	0	0		
	3	0	0	0	0	0	0	0		
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
13	1	0	0	0	1	3	4	5		
	2	0	0	0	1	3	5	5		
	3	0	0	0	0	3	4	5		
	%	0%	0%	0%	13%	60%	87%	100%		
17	1	0	0	1	2	5				
	2	0	0	1	2	5				
	3	0	0	0	1	5				
	%	0%	0%	13%	33%	100%				
23	1	0	2	4	5					
	2	0	1	3	5					
	3	0	1	4	5					
	%	0%	27%	73%	100%					
30	1	0	3	5						
	2	0	4	5						
	3	0	3	5						
	%	0%	67%	100%						

Lampiran 26. Hasil analisis ragam uji kelulusan hidup akibat konsentrasi ekstrak ubi kayu dan lama transportasi

Sumber keragaman	JK	df	KT	$F_{hit}$	$F_{tab} (\alpha=0,05)$
Konsentrasi	97,1	4	24,275	145,65*	2,60597
Waktu transportasi	45,7833	3	15,2611	91,5667*	2,83875
Konsentrasi*Waktu	10,6333	12	0,88611	5,31667*	2,00346
Galat/Sisa	6,66667	40	0,16667		
Total	160,183	59			

\* = Berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$

Uji Lanjut :

*Multiple Comparisons* perlakuan konsentrasi bahan uji

Dependent Variable: Kelulusan hidup

Tukey HSD

(I) Konsentrasi (ppt)	(J) Konsentrasi (ppt)	Mean Difference (I-J)	Std, Error	Sig,	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0 ppt	13 ppt	-2,83(*)	,437	,000	-4,07	-1,60
	17 ppt	-3,58(*)	,437	,000	-4,82	-2,35
	23 ppt	-2,25(*)	,437	,000	-3,48	-1,02
	30 ppt	-1,08	,437	,111	-2,32	,15
13 ppt	0 ppt	2,83(*)	,437	,000	1,60	4,07
	17 ppt	-,75	,437	,433	-1,98	,48
	23 ppt	,58	,437	,671	-,65	1,82
	30 ppt	1,75(*)	,437	,002	,52	2,98
17 ppt	0 ppt	3,58(*)	,437	,000	2,35	4,82
	13 ppt	,75	,437	,433	-,48	1,98
	23 ppt	1,33(*)	,437	,028	,10	2,57
	30 ppt	2,50(*)	,437	,000	1,27	3,73
23 ppt	0 ppt	2,25(*)	,437	,000	1,02	3,48
	13 ppt	-,58	,437	,671	-1,82	,65
	17 ppt	-1,33(*)	,437	,028	-2,57	-,10
	30 ppt	1,17	,437	,072	-,07	2,40
30 ppt	0 ppt	1,08	,437	,111	-,15	2,32
	13 ppt	-1,75(*)	,437	,002	-2,98	-,52
	17 ppt	-2,50(*)	,437	,000	-3,73	-1,27
	23 ppt	-1,17	,437	,072	-2,40	,07

\* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Uji Lanjut :

*Multiple Comparisons* perlakuan waktu transportasi  
 Dependent Variable: Kelulusan hidup

Tukey HSD

(I) Waktu Transportasi (jam)	(J) Waktu Transportasi (jam)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
2	4	,87	,522	,354	-,52	2,25
	6	1,67(*)	,522	,012	,28	3,05
	8	2,33(*)	,522	,000	,95	3,72
4	2	-,87	,522	,354	-2,25	,52
	6	,80	,522	,425	-,58	2,18
	8	1,47(*)	,522	,033	,08	2,85
6	2	-1,67(*)	,522	,012	-3,05	-,28
	4	-,80	,522	,425	-2,18	,58
8	4	,67	,522	,581	-,72	2,05
	2	-2,33(*)	,522	,000	-3,72	-,95
8	4	-1,47(*)	,522	,033	-2,85	-,08
	6	-,67	,522	,581	-2,05	,72

\* The mean difference is significant at the ,05 level,

Uji Lanjut :

Multiple Comparisons perlakuan konsentrasi bahan uji dan waktu transportasi

Tukey HSD

(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std, Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0 ppt dan 2 Jam	0 ppt dan 4 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	0 ppt dan 6 Jam	3,33(*)	,333	,000	2,07	4,60
	0 ppt dan 8 Jam	3,33(*)	,333	,000	2,07	4,60
	13 ppt dan 2 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	13 ppt dan 4 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	13 ppt dan 6 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	13 ppt dan 8 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	17 ppt dan 2 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	17 ppt dan 4 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	17 ppt dan 6 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,50	-,07
	17 ppt dan 8 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	23 ppt dan 2 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	23 ppt dan 4 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	23 ppt dan 6 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	23 ppt dan 8 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	30 ppt dan 2 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
30 ppt dan 4 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93	
30 ppt dan 6 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60	
30 ppt dan 8 Jam	2,67(*)	,333	,000	1,40	3,93	
0 ppt dan 4 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	0 ppt dan 6 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	0 ppt dan 8 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	13 ppt dan 2 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	13 ppt dan 4 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	13 ppt dan 6 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	13 ppt dan 8 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	17 ppt dan 2 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	17 ppt dan 4 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	17 ppt dan 6 Jam	-3,33(*)	,333	,000	-4,60	-2,07
	17 ppt dan 8 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	23 ppt dan 2 Jam	-3,33(*)	,333	,000	-4,60	-2,07
	23 ppt dan 4 Jam	-2,67(*)	,333	,000	-3,93	-1,40
	23 ppt dan 6 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	23 ppt dan 8 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	30 ppt dan 2 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
30 ppt dan 4 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07	
30 ppt dan 6 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60	
30 ppt dan 8 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93	
(I) Konsentrasi dan	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference	Std, Error	Sig.	95% Confidence Interval	

Waktu Transportasi		(I-J)			Lower Bound	Upper Bound
0 ppt dan 6 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-3,33(*)	,333	,000	-4,60	-2,07
	0 ppt dan 4 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	0 ppt dan 8 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	13 ppt dan 2 Jam	-5,00(*)	,333	,000	-6,26	-3,74
	13 ppt dan 4 Jam	-4,33(*)	,333	,000	-5,60	-3,07
	13 ppt dan 6 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	13 ppt dan 8 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	17 ppt dan 2 Jam	-5,00(*)	,333	,000	-6,26	-3,74
	17 ppt dan 4 Jam	-5,00(*)	,333	,000	-6,26	-3,74
	17 ppt dan 6 Jam	-4,67(*)	,333	,000	-5,93	-3,40
	17 ppt dan 8 Jam	-4,33(*)	,333	,000	-5,60	-3,07
	23 ppt dan 2 Jam	-4,67(*)	,333	,000	-5,93	-3,40
	23 ppt dan 4 Jam	-4,00(*)	,333	,000	-5,26	-2,74
	23 ppt dan 6 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	23 ppt dan 8 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	30 ppt dan 2 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	30 ppt dan 4 Jam	-2,67(*)	,333	,000	-3,93	-1,40
30 ppt dan 6 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74	
30 ppt dan 8 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60	
0 ppt dan 8 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-3,33(*)	,333	,000	-4,60	-2,07
	0 ppt dan 4 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	0 ppt dan 6 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	13 ppt dan 2 Jam	-5,00(*)	,333	,000	-6,26	-3,74
	13 ppt dan 4 Jam	-4,33(*)	,333	,000	-5,60	-3,07
	13 ppt dan 6 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	13 ppt dan 8 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	17 ppt dan 2 Jam	-5,00(*)	,333	,000	-6,26	-3,74
	17 ppt dan 4 Jam	-5,00(*)	,333	,000	-6,26	-3,74
	17 ppt dan 6 Jam	-4,67(*)	,333	,000	-5,93	-3,40
	17 ppt dan 8 Jam	-4,33(*)	,333	,000	-5,60	-3,07
	23 ppt dan 2 Jam	-4,67(*)	,333	,000	-5,93	-3,40
	23 ppt dan 4 Jam	-4,00(*)	,333	,000	-5,26	-2,74
	23 ppt dan 6 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	23 ppt dan 8 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	30 ppt dan 2 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	30 ppt dan 4 Jam	-2,67(*)	,333	,000	-3,93	-1,40
30 ppt dan 6 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74	
30 ppt dan 8 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60	

bersambung

(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
13 ppt dan 2 Jam	0 ppt dan 2 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	0 ppt dan 4 Jam	3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93
	0 ppt dan 6 Jam	5,00(*)	,333	,000	3,74	6,26
	0 ppt dan 8 Jam	5,00(*)	,333	,000	3,74	6,26
	13 ppt dan 4 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	13 ppt dan 6 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	13 ppt dan 8 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	17 ppt dan 2 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	17 ppt dan 4 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	17 ppt dan 6 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	17 ppt dan 8 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	23 ppt dan 2 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	23 ppt dan 4 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	23 ppt dan 6 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	23 ppt dan 8 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
	30 ppt dan 2 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	30 ppt dan 4 Jam	2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60
30 ppt dan 6 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26	
30 ppt dan 8 Jam	4,33(*)	,333	,000	3,07	5,60	
13 ppt dan 4 Jam	0 ppt dan 2 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	0 ppt dan 4 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
	0 ppt dan 6 Jam	4,33(*)	,333	,000	3,07	5,60
	0 ppt dan 8 Jam	4,33(*)	,333	,000	3,07	5,60
	13 ppt dan 2 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	13 ppt dan 6 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	13 ppt dan 8 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	17 ppt dan 2 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	17 ppt dan 4 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	17 ppt dan 6 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	17 ppt dan 8 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	23 ppt dan 2 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	23 ppt dan 4 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	23 ppt dan 6 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	23 ppt dan 8 Jam	2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60
	30 ppt dan 2 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	30 ppt dan 4 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
30 ppt dan 6 Jam	2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60	
30 ppt dan 8 Jam	3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93	

bersambung

(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
13 ppt dan 6 Jam	0 ppt dan 2 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	0 ppt dan 4 Jam	2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60
	0 ppt dan 6 Jam	3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93
	0 ppt dan 8 Jam	3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93
	13 ppt dan 2 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	13 ppt dan 4 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	13 ppt dan 8 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	17 ppt dan 2 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	17 ppt dan 4 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	17 ppt dan 6 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	17 ppt dan 8 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	23 ppt dan 2 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	23 ppt dan 4 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	23 ppt dan 6 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	23 ppt dan 8 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	30 ppt dan 2 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
30 ppt dan 4 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26	
30 ppt dan 6 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93	
30 ppt dan 8 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26	
13 ppt dan 8 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	0 ppt dan 4 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	0 ppt dan 6 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
	0 ppt dan 8 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
	13 ppt dan 2 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	13 ppt dan 4 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	13 ppt dan 6 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	17 ppt dan 2 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	17 ppt dan 4 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	17 ppt dan 6 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	17 ppt dan 8 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	23 ppt dan 2 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	23 ppt dan 4 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	23 ppt dan 6 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	23 ppt dan 8 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	30 ppt dan 2 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
30 ppt dan 4 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60	
30 ppt dan 6 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26	
30 ppt dan 8 Jam	2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60	

bersambung

(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
17 ppt dan 2 Jam	0 ppt dan 2 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	0 ppt dan 4 Jam	3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93
	0 ppt dan 6 Jam	5,00(*)	,333	,000	3,74	6,26
	0 ppt dan 8 Jam	5,00(*)	,333	,000	3,74	6,26
	13 ppt dan 2 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	13 ppt dan 4 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	13 ppt dan 6 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	13 ppt dan 8 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	17 ppt dan 4 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	17 ppt dan 6 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	17 ppt dan 8 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	23 ppt dan 2 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	23 ppt dan 4 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	23 ppt dan 6 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	23 ppt dan 8 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
	30 ppt dan 2 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	30 ppt dan 4 Jam	2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60
	30 ppt dan 6 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
	30 ppt dan 8 Jam	4,33(*)	,333	,000	3,07	5,60
	17 ppt dan 4 Jam	0 ppt dan 2 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40
0 ppt dan 4 Jam		3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93
0 ppt dan 6 Jam		5,00(*)	,333	,000	3,74	6,26
0 ppt dan 8 Jam		5,00(*)	,333	,000	3,74	6,26
13 ppt dan 2 Jam		,00	,333	1,000	-1,26	1,26
13 ppt dan 4 Jam		,67	,333	,884	-,60	1,93
13 ppt dan 6 Jam		1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
13 ppt dan 8 Jam		2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
17 ppt dan 2 Jam		,00	,333	1,000	-1,26	1,26
17 ppt dan 6 Jam		,33	,333	1,000	-,93	1,60
17 ppt dan 8 Jam		,67	,333	,884	-,60	1,93
23 ppt dan 2 Jam		,33	,333	1,000	-,93	1,60
23 ppt dan 4 Jam		1,00	,333	,280	-,26	2,26
23 ppt dan 6 Jam		2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
23 ppt dan 8 Jam		3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
30 ppt dan 2 Jam		1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
30 ppt dan 4 Jam		2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60
30 ppt dan 6 Jam		3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
30 ppt dan 8 Jam		4,33(*)	,333	,000	3,07	5,60

bersambung



(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
17 ppt dan 6 Jam	0 ppt dan 2 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	0 ppt dan 4 Jam	3,33(*)	,333	,000	2,07	4,60
	0 ppt dan 6 Jam	4,67(*)	,333	,000	3,40	5,93
	0 ppt dan 8 Jam	4,67(*)	,333	,000	3,40	5,93
	13 ppt dan 2 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	13 ppt dan 4 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	13 ppt dan 6 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	13 ppt dan 8 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	17 ppt dan 2 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	17 ppt dan 4 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	17 ppt dan 8 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	23 ppt dan 2 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	23 ppt dan 4 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	23 ppt dan 6 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	23 ppt dan 8 Jam	2,67(*)	,333	,000	1,40	3,93
	30 ppt dan 2 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	30 ppt dan 4 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	30 ppt dan 6 Jam	2,67(*)	,333	,000	1,40	3,93
	30 ppt dan 8 Jam	4,00(*)	,333	,000	2,74	5,26
	17 ppt dan 8 Jam	0 ppt dan 2 Jam	1,00	,333	,280	-,26
0 ppt dan 4 Jam		3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
0 ppt dan 6 Jam		4,33(*)	,333	,000	3,07	5,60
0 ppt dan 8 Jam		4,33(*)	,333	,000	3,07	5,60
13 ppt dan 2 Jam		-,67	,333	,884	-1,93	,60
13 ppt dan 4 Jam		,00	,333	1,000	-1,26	1,26
13 ppt dan 6 Jam		,67	,333	,884	-,60	1,93
13 ppt dan 8 Jam		1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
17 ppt dan 2 Jam		-,67	,333	,884	-1,93	,60
17 ppt dan 4 Jam		-,67	,333	,884	-1,93	,60
17 ppt dan 6 Jam		-,33	,333	1,000	-1,60	,93
23 ppt dan 2 Jam		-,33	,333	1,000	-1,60	,93
23 ppt dan 4 Jam		,33	,333	1,000	-,93	1,60
23 ppt dan 6 Jam		1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
23 ppt dan 8 Jam		2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60
30 ppt dan 2 Jam		,67	,333	,884	-,60	1,93
30 ppt dan 4 Jam		1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
30 ppt dan 6 Jam		2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60
30 ppt dan 8 Jam		3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93

bersambung

(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
23 ppt dan 2 Jam	0 ppt dan 2 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	0 ppt dan 4 Jam	3,33(*)	,333	,000	2,07	4,60
	0 ppt dan 6 Jam	4,67(*)	,333	,000	3,40	5,93
	0 ppt dan 8 Jam	4,67(*)	,333	,000	3,40	5,93
	13 ppt dan 2 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	13 ppt dan 4 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	13 ppt dan 6 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	13 ppt dan 8 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	17 ppt dan 2 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	17 ppt dan 4 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	17 ppt dan 6 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	17 ppt dan 8 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	23 ppt dan 4 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	23 ppt dan 6 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	23 ppt dan 8 Jam	2,67(*)	,333	,000	1,40	3,93
	30 ppt dan 2 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	30 ppt dan 4 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	30 ppt dan 6 Jam	2,67(*)	,333	,000	1,40	3,93
	30 ppt dan 8 Jam	4,00(*)	,333	,000	2,74	5,26
	23 ppt dan 4 Jam	0 ppt dan 2 Jam	,67	,333	,884	-,60
0 ppt dan 4 Jam		2,67(*)	,333	,000	1,40	3,93
0 ppt dan 6 Jam		4,00(*)	,333	,000	2,74	5,26
0 ppt dan 8 Jam		4,00(*)	,333	,000	2,74	5,26
13 ppt dan 2 Jam		-1,00	,333	,280	-2,26	,26
13 ppt dan 4 Jam		-,33	,333	1,000	-1,60	,93
13 ppt dan 6 Jam		,33	,333	1,000	-,93	1,60
13 ppt dan 8 Jam		1,00	,333	,280	-,26	2,26
17 ppt dan 2 Jam		-1,00	,333	,280	-2,26	,26
17 ppt dan 4 Jam		-1,00	,333	,280	-2,26	,26
17 ppt dan 6 Jam		-,67	,333	,884	-1,93	,60
17 ppt dan 8 Jam		-,33	,333	1,000	-1,60	,93
23 ppt dan 2 Jam		-,67	,333	,884	-1,93	,60
23 ppt dan 6 Jam		1,00	,333	,280	-,26	2,26
23 ppt dan 8 Jam		2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
30 ppt dan 2 Jam		,33	,333	1,000	-,93	1,60
30 ppt dan 4 Jam		1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
30 ppt dan 6 Jam		2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
30 ppt dan 8 Jam		3,33(*)	,333	,000	2,07	4,60

bersambung

(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std, Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
23 ppt dan 6 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	0 ppt dan 4 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	0 ppt dan 6 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
	0 ppt dan 8 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26
	13 ppt dan 2 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	13 ppt dan 4 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	13 ppt dan 6 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	13 ppt dan 8 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	17 ppt dan 2 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	17 ppt dan 4 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	17 ppt dan 6 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	17 ppt dan 8 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	23 ppt dan 2 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	23 ppt dan 4 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	23 ppt dan 8 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	30 ppt dan 2 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	30 ppt dan 4 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	30 ppt dan 6 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
30 ppt dan 8 Jam	2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60	
23 ppt dan 8 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	0 ppt dan 4 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	0 ppt dan 6 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	0 ppt dan 8 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	13 ppt dan 2 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	13 ppt dan 4 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	13 ppt dan 6 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	13 ppt dan 8 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	17 ppt dan 2 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	17 ppt dan 4 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	17 ppt dan 6 Jam	-2,67(*)	,333	,000	-3,93	-1,40
	17 ppt dan 8 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	23 ppt dan 2 Jam	-2,67(*)	,333	,000	-3,93	-1,40
	23 ppt dan 4 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	23 ppt dan 6 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	30 ppt dan 2 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	30 ppt dan 4 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	30 ppt dan 6 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
30 ppt dan 8 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60	

bersambung

(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std, Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
30 ppt dan 2 Jam	0 ppt dan 2 Jam	,33	,333	1,000	-,93	1,60
	0 ppt dan 4 Jam	2,33(*)	,333	,000	1,07	3,60
	0 ppt dan 6 Jam	3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93
	0 ppt dan 8 Jam	3,67(*)	,333	,000	2,40	4,93
	13 ppt dan 2 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	13 ppt dan 4 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	13 ppt dan 6 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	13 ppt dan 8 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	17 ppt dan 2 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	17 ppt dan 4 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	17 ppt dan 6 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	17 ppt dan 8 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	23 ppt dan 2 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	23 ppt dan 4 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	23 ppt dan 6 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	23 ppt dan 8 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
	30 ppt dan 4 Jam	1,00	,333	,280	-,26	2,26
	30 ppt dan 6 Jam	1,67(*)	,333	,002	,40	2,93
30 ppt dan 8 Jam	3,00(*)	,333	,000	1,74	4,26	
30 ppt dan 4 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	0 ppt dan 4 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60
	0 ppt dan 6 Jam	2,67(*)	,333	,000	1,40	3,93
	0 ppt dan 8 Jam	2,67(*)	,333	,000	1,40	3,93
	13 ppt dan 2 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	13 ppt dan 4 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	13 ppt dan 6 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	13 ppt dan 8 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	17 ppt dan 2 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	17 ppt dan 4 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	17 ppt dan 6 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	17 ppt dan 8 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	23 ppt dan 2 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	23 ppt dan 4 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	23 ppt dan 6 Jam	-,33	,333	1,000	-1,60	,93
	23 ppt dan 8 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	30 ppt dan 2 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	30 ppt dan 6 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
30 ppt dan 8 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26	

bersambung

(I) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	(J) Konsentrasi dan Waktu Transportasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
30 ppt dan 6 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	0 ppt dan 4 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	0 ppt dan 6 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	0 ppt dan 8 Jam	2,00(*)	,333	,000	,74	3,26
	13 ppt dan 2 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	13 ppt dan 4 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	13 ppt dan 6 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	13 ppt dan 8 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	17 ppt dan 2 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	17 ppt dan 4 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	17 ppt dan 6 Jam	-2,67(*)	,333	,000	-3,93	-1,40
	17 ppt dan 8 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	23 ppt dan 2 Jam	-2,67(*)	,333	,000	-3,93	-1,40
	23 ppt dan 4 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
	23 ppt dan 6 Jam	-1,00	,333	,280	-2,26	,26
	23 ppt dan 8 Jam	,00	,333	1,000	-1,26	1,26
	30 ppt dan 2 Jam	-1,67(*)	,333	,002	-2,93	-,40
	30 ppt dan 4 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
30 ppt dan 8 Jam	1,33(*)	,333	,029	,07	2,60	
30 ppt dan 8 Jam	0 ppt dan 2 Jam	-2,67(*)	,333	,000	-3,93	-1,40
	0 ppt dan 4 Jam	-,67	,333	,884	-1,93	,60
	0 ppt dan 6 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	0 ppt dan 8 Jam	,67	,333	,884	-,60	1,93
	13 ppt dan 2 Jam	-4,33(*)	,333	,000	-5,60	-3,07
	13 ppt dan 4 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	13 ppt dan 6 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	13 ppt dan 8 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	17 ppt dan 2 Jam	-4,33(*)	,333	,000	-5,60	-3,07
	17 ppt dan 4 Jam	-4,33(*)	,333	,000	-5,60	-3,07
	17 ppt dan 6 Jam	-4,00(*)	,333	,000	-5,26	-2,74
	17 ppt dan 8 Jam	-3,67(*)	,333	,000	-4,93	-2,40
	23 ppt dan 2 Jam	-4,00(*)	,333	,000	-5,26	-2,74
	23 ppt dan 4 Jam	-3,33(*)	,333	,000	-4,60	-2,07
	23 ppt dan 6 Jam	-2,33(*)	,333	,000	-3,60	-1,07
	23 ppt dan 8 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07
	30 ppt dan 2 Jam	-3,00(*)	,333	,000	-4,26	-1,74
	30 ppt dan 4 Jam	-2,00(*)	,333	,000	-3,26	-,74
30 ppt dan 6 Jam	-1,33(*)	,333	,029	-2,60	-,07	

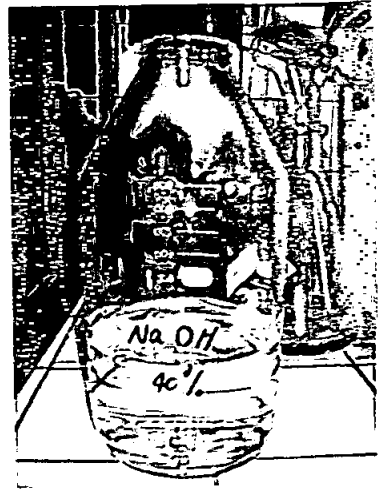
\* The mean difference is significant at the 0,05 level



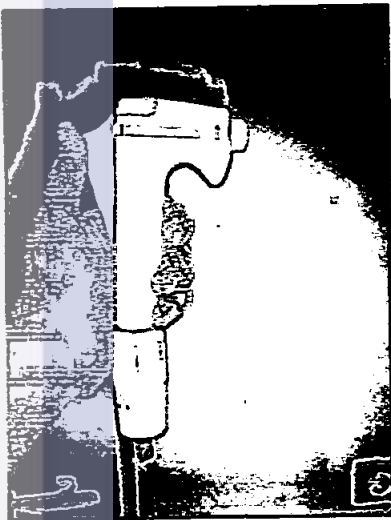
Lampiran 28. Gambar alat dan bahan uji



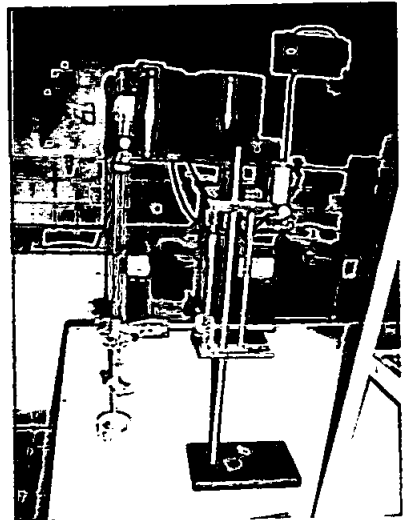
(Asam Tartrat 10%)



(NaOH 40%)



(Pipet Mikrometer)



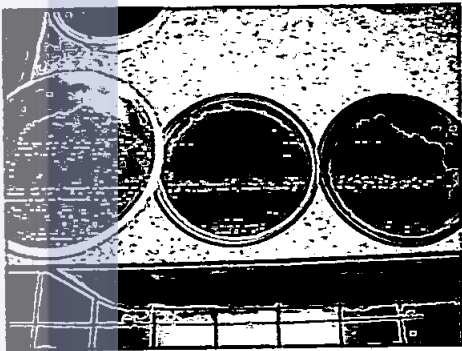
(Buret Mikrometer)



(Peralatan desktruksi)



(pakan udang galah)



(persiapan serbuk gergaji)



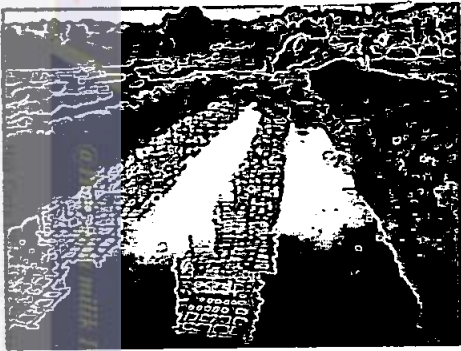
(persiapan transportasi)



(Penempatan Udang Galah pada wadah Transportasi)



## Lampiran 29. Gambar penanganan udang galah



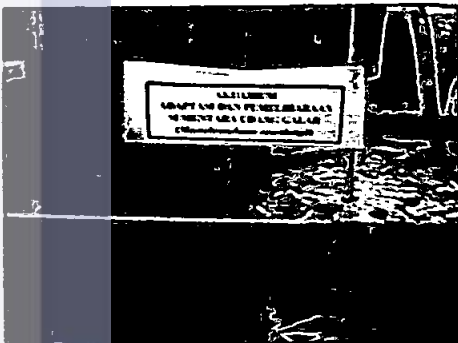
(Tambak udang galah)



(Pengeringan tambak)



(Adaptasi Udang Galah)



(Akuarium Pemeliharaan U. Galah)



(Akuarium Pemugaran U. Galah)