



**PENGARUH INDUKSI RACUN UBUR-UBUR (*Physalia utriculus*)  
TERHADAP FUNGSI OKSIGENASI DARI ERITROSIT PADA  
MENCIT JANTAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**Vita Alfiatul Hasanah  
NIM 1020101017**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PENGARUH INDUKSI RACUN UBUR-UBUR (*Physalia utriculus*)  
TERHADAP FUNGSI OKSIGENASI DARI ERITROSIT PADA  
MENCIT JANTAN**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Dokter (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran

Oleh

**Vita Alfiatul Hasanah**  
**NIM 1020101017**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2015**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, yang telah memberi limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya mendapat kesempatan untuk hidup dan menuntut ilmu, beserta Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi tauladan saya;
2. Orang tua tercinta, Ayahanda Ali Khasan dan Ibunda Munafiah, yang senantiasa telah membesarkan, mendidik, mendukung, serta memberikan kasih sayang dan do'a sehingga membantu saya menjadi manusia yang lebih baik dan kuat dalam menghadapi segala sesuatu;
3. Guru-guru tercinta mulai dari Taman Kanak-Kanak hingga Perguruan Tinggi, yang telah mendidik dengan penuh kesabaran dan memberikan ilmu serta mencurahkan segala kemampuannya untuk membimbing saya;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

## MOTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”  
(QS. Al Insyirah ayat 5-8)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Yayasan Penyelenggara Penerjemah/ Penafsir Al Qur'an. 1971. *Al Qur'an dan Terjemahan*. Saudi Arabia.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vita Alfiatul Hasanah

NIM : 102010101017

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Induksi Racun Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*) Terhadap Fungsi Oksigenasi dari Eritrosit pada Mencit Jantan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Juli 2015

Yang menyatakan,

Vita Alfiatul Hasanah

NIM 102010101017

**SKRIPSI**

**PENGARUH INDUKSI RACUN UBUR-UBUR (*Physalia utriculus*)  
TERHADAP FUNGSI OKSIGENASI DARI ERITROSIT PADA  
MENCIT JANTAN**

Oleh

Vita Alfiatul Hasanah  
NIM 102010101017

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : dr. Al Munawir, M.Kes, Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : dr. Erfan Efendi, Sp.An

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Induksi Racun Ubur-ubur (*Physalia utriculus*) Terhadap Fungsi Oksigenasi dari Eritrosit pada Mencit Jantan” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 13 Juli 2015

tempat : Fakultas Kedokteran Umum Universitas Jember

Tim Penguji:

Penguji I

Penguji II

Dr. Aris Prasetyo, dr., M.Kes  
NIP 19690203 199903 1 001

dr. Rena Normasari, M.Biomed  
NIP 19830512 200812 2 002

Penguji III

Penguji IV

dr. Al Munawir, M.Kes, Ph.D  
NIP 19690901 199903 1 003

dr. Erfan Efendi, Sp.An  
NIP 19680328 199903 1 001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember

dr. Enny Suswati, M. Kes  
NIP 19700214 199903 2 001

## RINGKASAN

**Pengaruh Induksi Racun Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*) Terhadap Fungsi Oksigenasi dari Eritrosit pada Mencit Jantan;** Vita Alfiatul Hasanah, 102010101017; 2015: 40 halaman; Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Ubur-ubur merupakan hewan laut yang termasuk filum *Cnidaria* atau *Coelenterata*. Ubur-ubur merupakan salah satu hewan yang bertanggung jawab atas terjadinya keracunan pada manusia. Salah satu jenis ubur-ubur beracun yang sering ditemukan adalah *Physalia utriculus*. Ubur-ubur memiliki alat penyengat berupa tentakel yaitu sebagai alat pertahanan diri dalam keadaan terancam. Tentakel ubur-ubur dilengkapi dengan *nematocyst* yang mengandung racun sehingga menimbulkan berbagai efek saat ubur-ubur menyengat. Racun yang dihasilkan *nematocyst* ubur-ubur adalah campuran kompleks protein yang mengandung *bradikinine*, *hemolysine*, *serotonine*, *histamine*, *prostaglandine*, *adenosine triphosphatase*, *nucleotidas*, *fibrinolysin*, RNase, DNase, dermatoneurotoksin, kardiotoxin, neurotoksin, miotoksin, dan protein antigen.

Sengatan ubur-ubur dapat menyebabkan gejala reaksi lokal dan reaksi sistemik pada manusia. Sengatan ubur-ubur dapat menimbulkan gangguan jantung dan paru serta syok anafilaktik hingga kematian. Selain itu, gejala kematian yang terjadi pada hewan coba mencit yang diinduksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) adalah terjadi peningkatan aktivitas, iritasi lokal pada bagian tempat injeksi, ataksia, penurunan tonus otot, dan *flaccid paralysis* sampai akhirnya kejang-kejang sebelum mengalami kematian. Racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) juga memiliki potensi yang menyebabkan terjadinya hemolisis karena memiliki komponen hemolisin yang mengganggu transpor ion membran plasma dan menyebabkan penurunan tekanan osmotik plasma yang menyebabkan eritrosit mudah pecah atau lisis.

Fungsi utama eritrosit adalah pengangkutan hemoglobin, selanjutnya mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan dalam bentuk molekul. Pada keadaan normal, sekitar 97% oksigen diangkut dari paru ke jaringan, dibawa dalam campuran

kimiawi dengan hemoglobin di dalam eritrosit, sisanya sebanyak 3% diangkut dalam bentuk terlarut dalam cairan plasma dan sel darah. Faktor-faktor yang dapat menurunkan oksigenasi adalah volume darah yang rendah, anemia, hemoglobin yang rendah, aliran darah yang kurang, dan penyakit paru. Kekurangan oksigen dapat menyebabkan metabolisme berlangsung tidak sempurna, ditandai dengan keadaan hipoksia yang dalam proses lanjut dapat menyebabkan kematian jaringan bahkan dapat mengancam kehidupan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terhadap fungsi oksigenasi dari eritrosit pada mencit jantan. Jenis penelitian yang digunakan adalah *true experimental design*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *post test only control group design*. Pemilihan sampel yang dilakukan dengan cara *simple randomized sampling* dan sampel yang digunakan adalah mencit jantan, umur  $\pm$  3 bulan, berat badan 20-30 gram, dan kondisi fisik sehat. Terdapat dua kelompok, yaitu kelompok K diberikan induksi aquabidest steril 0,5 ml dan kelompok P diberikan induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dengan dosis 30 mg/kgBB. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 ekor mencit dengan total sampel 8 ekor mencit. Pengamatan dilakukan dengan memasang alat oksimeter pada tubuh mencit jantan. Pada oksimeter akan terdeteksi kadar saturasi oksigen dalam darah mencit setelah dilakukan perlakuan. Kemudian data dianalisis dengan menggunakan uji *Correlations*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap perubahan fungsi oksigenasi dari eritrosit pada mencit jantan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Induksi Racun Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*) Terhadap Fungsi Oksigenasi dari Eritrosit pada Mencit Jantan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. dr. Enny Suswati, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember;
2. dr. Al Munawir, M.Kes., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan dr. Erfan Efendi, Sp.An., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu, pikiran serta perhatiannya mulai dari awal pemilihan judul hingga akhir dalam penyusunan skripsi ini;
3. dr. Muhammad Ali Shodikin, M.Kes., dr. Heni Fatmawati, M.Kes, dan dr. Rosita Dewi, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama studi di Fakultas Kedokteran Universitas Jember;
4. dr. Sugiyanta, M.Ked, dr. Ancah Chaesarina, Ph.D., selaku koordinator KTI yang telah menyetujui penyusunan skripsi ini;
5. Dr. Aris Prasetyo, dr., M.Kes., selaku dosen penguji pertama dan dr. Rena Normasari, M.Biomed., selaku dosen penguji kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini;
6. Orang tua saya, Ayahanda Ali Khasan dan Ibunda Munafiah serta adik saya Habib Hasan Alfian, keluarga besar saya, yang selalu memberikan kasih sayang, waktu, tenaga dan pikirannya untuk mendampingi saya dalam berbagai kondisi. Terima kasih atas segala do'a dan kesabarannya dalam mendampingi saya;

7. Aditya Pradana yang selalu memberikan nasehat serta motivasi selama ini. Terima kasih atas kesabaran, kasih sayang, dan do'a yang telah diberikan selama ini;
8. Rekan penelitian saya, Dewi Mukti Larasati yang selalu memberikan semangat, kasih sayang, serta kesabarannya mulai dari awal pemilihan judul skripsi hingga akhir dari penyusunan skripsi. Terima kasih atas do'a dan kesetiaannya dalam mendampingi saya;
9. Teman saya, Khulaida Fatila Hayati beserta keluarga, terima kasih atas semangat serta do'a yang telah diberikan selama ini;
10. Teman-teman seperjuangan Arif, Devita Tuty, Ika Sriwinarti, Alfi, Nandan, Asri, Revi, Firman, teman-teman sekawan (Aris, Susi, Novita), teman-teman kos, teman-teman KKN 04 (Leli, Irda, Dewi, Tandra, Gofur, Nasir, Vado, Imam) yang selalu memberikan semangat hingga akhir perjuangan;
11. Teman-teman angkatan 2010 yang selalu saling mendukung dan menjadi teman seperjuangan demi mendapat gelar sarjana kedokteran. Kakak dan adik tingkat angkatan lain Fakultas Kedokteran Universitas Jember yang telah memberikan semangat tiada henti;
12. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini dan telah mendo'akan hingga akhir perjuangan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan khususnya untuk perkembangan Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Jember, 13 Juli 2015

Penulis

**DAFTAR ISI**

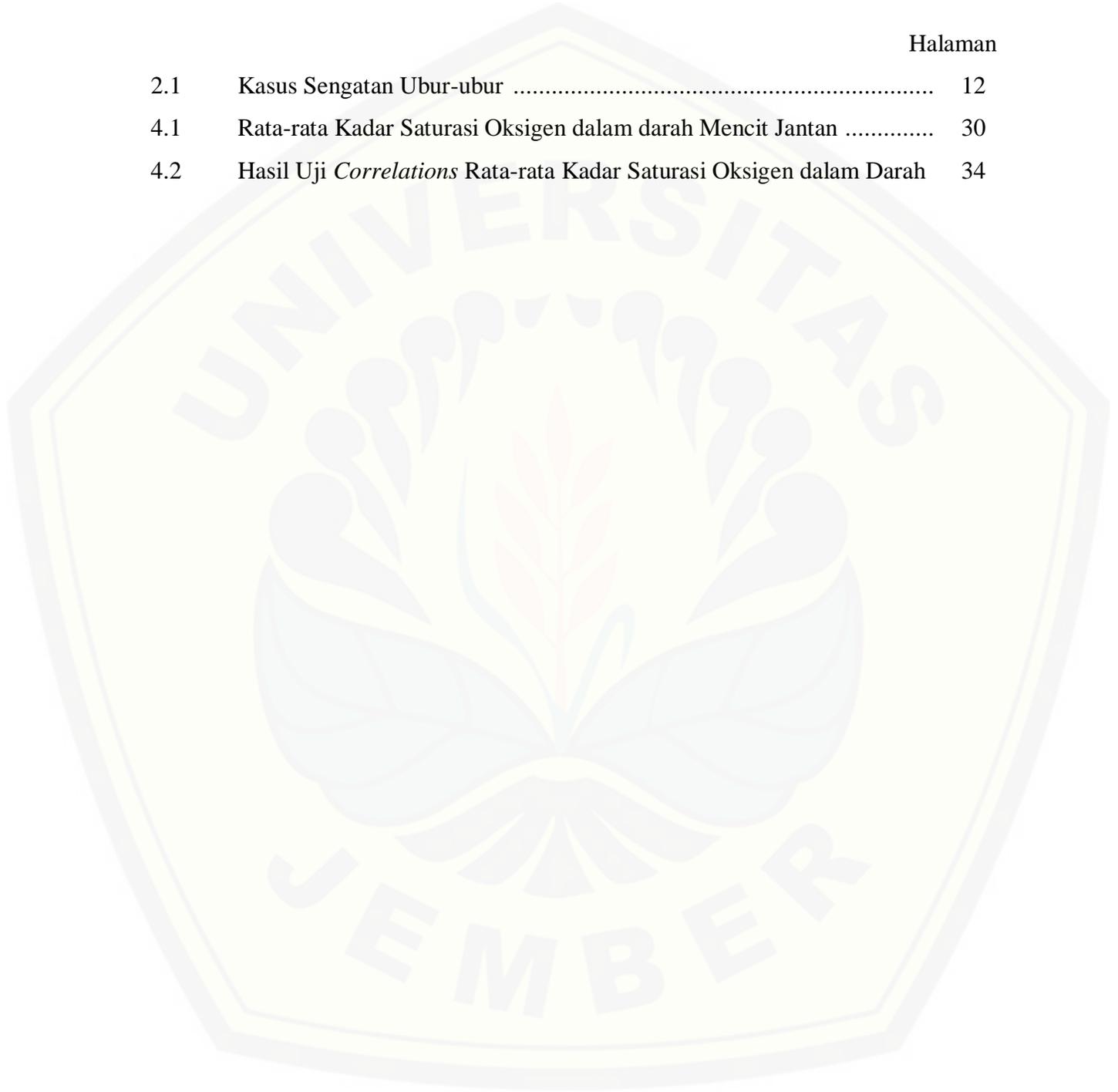
	Halaman
<b>HALAMAN SAMBUNG</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Ubur-Ubur</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	<b>5</b>
2.1.2 Siklus Hidup .....	<b>8</b>
2.1.3 Mekanisme Sengatan Ubur-Ubur .....	<b>9</b>
2.1.4 Efek Racun Ubur-Ubur .....	<b>10</b>
2.1.5 Kasus Sengatan Ubur-Ubur di Indonesia .....	<b>11</b>
<b>2.2 Ubur-Ubur (<i>Physalia utriculus</i>)</b> .....	<b>13</b>

2.2.1 Taksonomi dan Morfologi .....	14
2.2.2 Kandungan Racun dan Efek Sengatan <i>Physalia utriculus</i> ...	15
<b>2.3 Eritrosit .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Degenarasi dan Kematian Sel .....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 Oksimetri .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6 Kerangka Konseptual .....</b>	<b>20</b>
<b>2.7 Hipotesis Penelitian .....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Jumlah Sampel .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>24</b>
3.5.1 Alat .....	24
3.5.2 Bahan .....	24
<b>3.6 Variabel Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 Definisi Operasional .....</b>	<b>25</b>
3.7.1 Racun Ubur-Ubur .....	25
3.7.2 Induksi Racun .....	25
3.7.3 Fungsi Oksigenasi dari Eritrosit .....	25
3.7.4 Saturasi Oksigen .....	25
3.7.5 Hipoksia .....	25
<b>3.8 Prosedur Penelitian .....</b>	<b>25</b>
3.8.1 Pengambilan Sampel Ubur-Ubur ( <i>Physalia utriculus</i> ) .....	25
3.8.2 Proses Isolasi Racun Ubur-Ubur ( <i>Physalia utriculus</i> ) .....	25
3.8.3 Pengukuran Kadar Protein Racun Ubur-Ubur .....	26
3.8.4 Induksi Racun Ubur-Ubur ( <i>Physalia utriculus</i> ) .....	26
3.8.5 Pengamatan Fungsi Oksigenasi dari Eritrosit Mencit Jantan	27
<b>3.9 Analisis Data .....</b>	<b>27</b>

3.10 Alur Penelitian .....	28
3.11 Persetujuan Etik .....	29
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	30
4.1.1 Kadar Protein Racun Ubur-ubur ( <i>Physalia utriculus</i> ) .....	30
4.1.2 Hasil Pengamatan dengan Oksimeter pada Mencit Jantan ...	30
4.1.3 Analisis Data .....	32
4.2 Pembahasan .....	34
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>41</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Kasus Sengatan Ubur-ubur .....	12
4.1 Rata-rata Kadar Saturasi Oksigen dalam darah Mencit Jantan .....	30
4.2 Hasil Uji <i>Correlations</i> Rata-rata Kadar Saturasi Oksigen dalam Darah	34

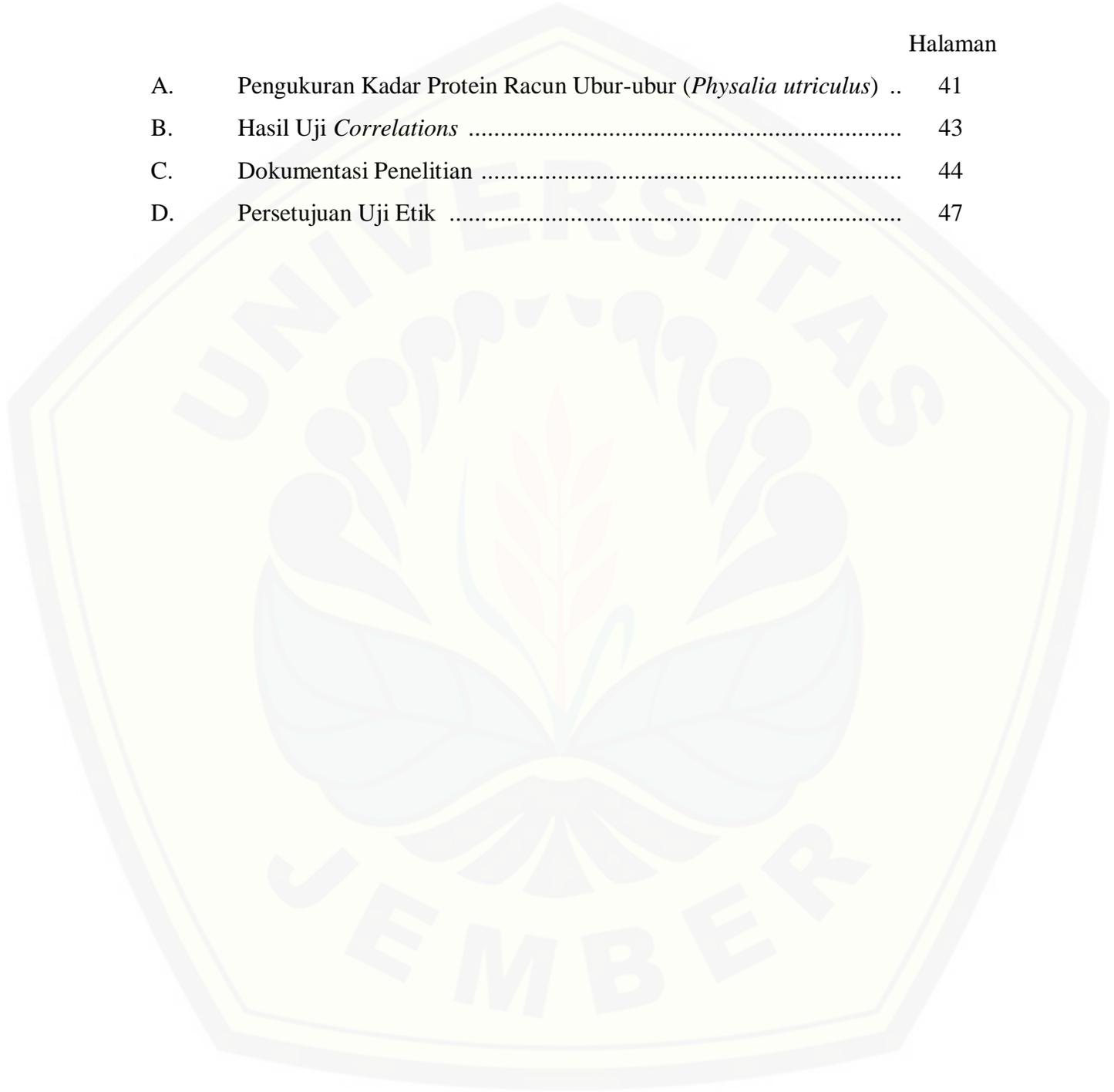


**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 <i>Physalia utriculus</i> .....	6
2.2 <i>Cyanea</i> .....	6
2.3 Siklus Hidup Ubur-ubur .....	9
2.4 <i>Pneumatophore</i> .....	15
2.5 <i>Dactylozoid, Gastrozoid, dan Gonozoid</i> .....	15
2.6 Skema Kerangka Konseptual .....	20
3.1 Skema Rancangan Penelitian .....	22
3.2 Skema Alur Penelitian .....	28
4.1 Grafik Perbandingan Rata-rata Kadar Saturasi Oksigen dalam Darah (SaO <sub>2</sub> %) Terhadap Waktu Pengamatan (Menit) .....	32

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Pengukuran Kadar Protein Racun Ubur-ubur ( <i>Physalia utriculus</i> ) ..	41
B. Hasil Uji <i>Correlations</i> .....	43
C. Dokumentasi Penelitian .....	44
D. Persetujuan Uji Etik .....	47



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ubur-ubur adalah hewan perenang yang paling sederhana di bumi. Tubuhnya terdiri dari 95% air. Karena kondisi tubuhnya ini, ubur-ubur akan segera kolaps dan mengempis jika meninggalkan perairan. Kemampuan ubur-ubur untuk bersembunyi pada daerah yang terang membuat ubur-ubur hilang dari pandangan predatornya dengan tiba-tiba. Struktur tubuh ubur-ubur sangat sederhana menyebabkan ubur-ubur dapat beradaptasi sampai 500 juta tahun sehingga ubur-ubur menjadi dominasi dari makhluk hidup yang paling sederhana dari ekosistem lautan (Whiteman *et al.*, 2010). Ubur-ubur merupakan hewan laut yang termasuk dalam filum *Cnidaria* atau *Coelenterata*. Ubur-ubur ini merupakan salah satu hewan yang bertanggung jawab atas terjadinya keracunan pada manusia. Dari sembilan ribu spesies *Cnidaria* yang diketahui, kira-kira seratus spesies yang menyebabkan keracunan pada manusia (Daubert, 2008).

Salah satu jenis ubur-ubur beracun yang sering ditemukan adalah *Physalia utriculus*. Spesies ini termasuk filum *Coelenterata* kelas *Hydrozoa* dan memiliki nama lain *Portuguese Man-of-war* (Patten, 2006). Ubur-ubur memiliki alat penyengat berupa tentakel yaitu sebagai alat pertahanan diri dalam keadaan terancam. Tentakel ubur-ubur dilengkapi dengan *nematocyst* yang mengandung racun sehingga menimbulkan berbagai efek saat ubur-ubur menyengat (Nagai dan Nakajima, 2001). Berdasarkan penelitian, kadar protein ubur-ubur sangat tinggi sehingga kandungan terbesar dalam racun ubur-ubur adalah suatu protein. Racun yang dihasilkan *nematocyst* ubur-ubur merupakan campuran kompleks protein yang mengandung *bradikinine*, *hemolysine*, *serotonine*, *histamine*, *prostaglandine*, *adenosine triphosphatase*, *nucleotidas*, *fibrinolysin*, RNAse, DNAse, dermatoneurotoksin, kardiotoxin, neurotoksin, miotoksin dan protein antigen (Rifa'i dan Kudsiah, 2007; Chung *et al.*, 2001).

Secara medis, ubur-ubur merupakan hewan laut penyengat tersering terutama di daerah tropis dan subtropis. Sengatan ubur-ubur menyebabkan dua reaksi yang terjadi pada manusia yaitu reaksi lokal berupa nyeri, kemerahan atau kumpulan lesi dan reaksi sistemik berupa mual, muntah, kram otot, diare, pening, koma, kejang otot atau kematian (Xiao *et al.*, 2011). Pada kasus yang fatal, sengatan ubur-ubur dapat menimbulkan gangguan jantung dan paru serta menimbulkan syok anafilaktik hingga kematian (Hoover, 2004). Berdasarkan penelitian sebelumnya, gejala kematian yang terjadi pada hewan coba mencit yang diinduksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) adalah terjadi peningkatan aktivitas, iritasi lokal pada bagian tempat injeksi, ataksia, penurunan tonus otot, dan *flaccid paralysis* sampai akhirnya kejang-kejang sebelum mengalami kematian (Dinatha, 2010). Selain itu, Racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) juga memiliki potensi terjadinya hemolisis karena memiliki komponen hemolisin yang mengganggu transpor ion membran plasma dan menyebabkan penurunan tekanan osmotik plasma yang mengakibatkan eritrosit mudah pecah atau lisis. Semakin besar konsentrasi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) yang digunakan maka nilai presentase hemolisis eritrosit menjadi lebih besar pula (Hartoyo, 2010).

Dalam eritrosit terdapat tiga unsur yang bekerja secara independen yaitu membran, hemoglobin, dan proses metabolik. Fungsi utama eritrosit adalah pengangkutan hemoglobin yang selanjutnya mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan dalam bentuk molekul. Pada keadaan normal, sekitar 97% oksigen yang diangkut dari paru ke jaringan, dibawa dalam campuran kimiawi dengan hemoglobin di dalam eritrosit, sisanya sebanyak 3% diangkut dalam bentuk terlarut dalam cairan plasma dan sel darah. Faktor-faktor yang dapat menurunkan oksigenasi adalah volume darah yang rendah, anemia, hemoglobin yang rendah, aliran darah yang kurang, dan penyakit paru. Pemeliharaan oksigenasi jaringan tergantung pada tiga sistem organ yaitu sistem kardiovaskular, hematologi, dan respirasi. Jika aliran oksigen ke jaringan berkurang, atau penggunaan berlebihan di jaringan maka metabolisme akan berubah dari aerobik ke metabolisme anaerobik untuk menyediakan energi yang cukup (Guyton, 2007). Kekurangan oksigen dapat

menyebabkan metabolisme berlangsung tidak sempurna, ditandai dengan keadaan hipoksia yang dalam proses lanjut dapat menyebabkan kematian jaringan bahkan dapat mengancam kehidupan (Price and Wilson, 2005).

Pada tahun 1989, paling sedikit ditemukan tiga orang yang meninggal dunia di Amerika Serikat karena sengatan ubur-ubur (*Physalia utriculus*) (Daubert, 2008). Dalam beberapa tahun terakhir dilaporkan antara tahun 2005-2009 terdapat tiga belas kasus dengan sengatan ubur-ubur. Ada sebelas kasus terjadi di Jawa, satu kasus terjadi di Bali, dan satu kasus terjadi di Bangka. Pada bulan Juni-Oktober tahun 2008 dilaporkan terdapat tiga kasus fatal yang menyebabkan korban meninggal dunia, dua kasus terjadi di Situbondo sedangkan yang lain terjadi di Jember (Mujiono, 2010). Dan diantara tanggal 10-15 Agustus 2013 terjadi kasus sengatan di sepanjang Pantai Selatan Pulau Jawa mulai ujung timur-barat, yaitu sekitar 436 kasus, beberapa diantaranya menyebabkan pasien kritis (Surya online, 2013). Dampak sengatan ubur-ubur itu bervariasi, dari hanya rasa gatal dan rasa terbakar pada kulit hingga terjadinya kematian (Mujiono, 2010).

Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dapat menimbulkan hal yang merugikan, misalnya seperti timbul gejala lokal, gejala sistemik, hingga terjadi kematian pada hewan coba yang digunakan. Selain itu, racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) juga mengakibatkan eritrosit mudah pecah atau lisis. Dari uraian diatas, penulis ingin mengetahui pengaruh induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terhadap fungsi oksigenasi dari eritrosit pada hewan coba yang digunakan yaitu mencit jantan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah bagaimana pengaruh induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terhadap fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terhadap fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan.

### 1.4 Manfaat Penelitian

#### a. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat menambah wawasan serta pengetahuan penulis mengenai pengaruh induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terhadap fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan.

#### b. Bagi Perkembangan IPTEK

Penelitian ini dapat memberikan informasi baru mengenai pengaruh induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terhadap fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan serta memberikan sumbangan pengembangan terhadap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kedokteran khususnya di bidang toksikologi yang dapat digunakan sebagai dasar penelitian lebih lanjut.

#### c. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat meningkatkan wawasan dan pengetahuan masyarakat mengenai pengaruh induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terhadap fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ubur-Ubur

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Ubur-ubur adalah hewan laut yang dapat ditemui di setiap samudra yang ada di dunia yaitu Samudra Atlantik, Samudra Hindia, dan Samudra Pasifik (Auerbach, 2007). Hewan ini termasuk dalam filum *Coelenterata* yang dapat ditemukan di seluruh lautan dunia. Hal ini disebabkan ubur-ubur mempunyai kemampuan istimewa yaitu dapat bertahan hidup di berbagai macam suhu dan salinitas. Ubur-ubur ini banyak ditemui di perairan Indonesia, Australia, Cina, Filipina, dan Malaysia karena kondisi iklimnya tropis dan banyak ditemui zooplankton yang merupakan makanan utamanya di perairan negara-negara tersebut (Whitaker *et al.*, 2005).

Ubur-ubur memiliki tubuh bergelatin sehingga mirip agar-agar, tubuh bentuknya bulat, mengandung 95% air serta mempunyai tentakel dan *nematocyst*. *Nematocyst* adalah tubulus tipis dengan duri kecil di tentakel yang berfungsi untuk menusuk dan memasukkan racun ke dalam tubuh korban sebagai pertahanan diri. Racun *nematocyst* mengandung senyawa yang dapat menimbulkan efek neurotoksik dan reaksi kulit yang parah (Mujiono, 2010). Filum *Coelenterata* memiliki beberapa kelas, yaitu:

- a. *Hydrozoa*, adalah *Coelenterata* dengan ukuran kecil yang tidak mecolok, daur hidupnya berbentuk polip, medusa, atau keduanya. *Hydrozoa* terdiri atas genus *Physalia* dan *hydroid coral*. Genus *Physalia* mempunyai dua spesies yaitu *Physalia physalis* dan *Physalia utriculus* (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 *Physalia utriculus* (Junior *et al.*, 2010).

- b. *Scyphozoa*, adalah bentuk umum dari ubur-ubur yang berenang bebas dengan medusa yang lebih besar dari *Hydrozoa*. Contohnya spesies *Chrysaora* dan spesies *Cyanea* (Gambar 2.2). Sebagian dari kelas ini mengandung racun.



Gambar 2.2 *Cyanea* (Whitaker *et al.*, 2005).

- c. *Anthozoa*, terdiri atas anemone laut koral yang merupakan polip soliter dan koloni yang tidak memiliki stadium medusa. Contoh dari kelas ini adalah *Phyllodiscus Formosa*.

- d. *Cubozoa*, adalah salah satu kelas dalam *Cnidaria* yang paling beracun. Salah satu contohnya yaitu *box jellyfish*. Racun yang terdapat dalam kelas ini bersifat mematikan (Cheng *et al.*, 2007).

Ubur-ubur mempunyai banyak jenis spesies dengan berbagai bentuk, ukuran, dan warna. Secara garis besar ubur-ubur mempunyai bentuk morfologi yang mirip. Struktur dari ubur-ubur yaitu simetri secara radial ini menguntungkan karena dapat membantu ubur-ubur dalam mendeteksi adanya makanan dan merespon terhadap bahaya dari berbagai arah. Ubur-ubur memiliki susunan saraf yang primitif dengan sel saraf yang tidak terpusat, sistem sarafnya berupa jala tidak beraturan yang terdapat paling banyak pada epidermis tentakel dan daerah mulut. Sistem sarafnya mengandung reseptor untuk mendeteksi cahaya, bau, dan stimulus lainnya, serta untuk mengkoordinasi respon dengan cepat dan tepat (Whitaker *et al.*, 2005).

Dinding tubuh ubur-ubur terdiri atas lapisan luar yaitu epidermis yang melapisi permukaan luar tubuh, lapisan dalam yaitu gastrodermis yang melapisi bagian usus, dan *middle jelly* yaitu mesogleia merupakan lapisan tipis elastik yang terletak diantara epidermis dan gastrodermis. Struktur lainnya yakni terdapat empat sampai delapan *oral arms* di dekat mulutnya yang berfungsi membawa makanan dari tentakel ke mulutnya (Whitaker *et al.*, 2005). Ubur-ubur juga memiliki *cnidocyte* yaitu sel penyengat yang berisi kapsul *nematocyst* yang terletak di hampir seluruh bagian epidermis tentakel maupun yang berada di sekitar mulut (Wiratmini *et al.*, 2008). Fungsi *nematocyst* adalah sebagai alat pelindung untuk melumpuhkan musuh atau mangsanya (Yanagihara *et al.*, 2002).

Ubur-ubur mempunyai dua jenis pergerakan yaitu pergerakan horizontal dan pergerakan vertikal. Pergerakan horizontal adalah ubur-ubur bergantung pada keadaan ombak dan angin di dalam habitatnya. Pergerakan vertikal adalah hasil dari kontraksi bagian medusa secara ritmis yang menyebabkan air dalam rongga medusa terdorong keluar. Kepekaan ubur-ubur terhadap cahaya mempengaruhi gerakan vertikal ubur-ubur saat ubur-ubur berada pada kedalaman yang lebih dalam pada

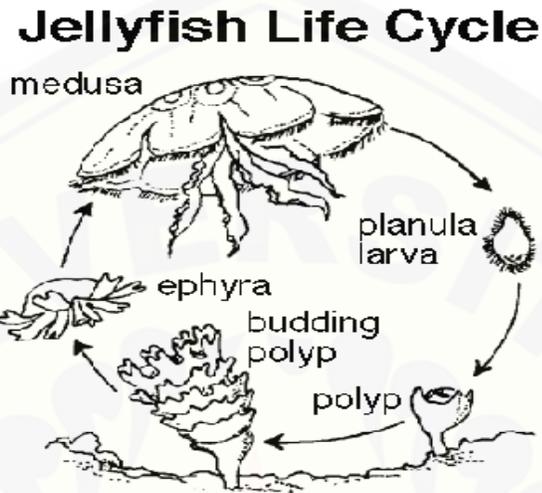
siang hari dan berada pada permukaan air pada pagi hari dan malam hari (Whitaker *et al.*, 2005).

### 2.1.2 Siklus Hidup

Siklus hidup ubur-ubur terdiri dari dua macam yaitu siklus seksual dan siklus aseksual. Siklus seksual yaitu medusa yang berbentuk seperti lonceng atau payung, mempunyai mesoglea tebal, bagian konveks menghadap ke atas dan mulut terletak di tengah bagian konkaf yang menghadap ke bawah. Sedangkan siklus aseksual merupakan bentukan polip yang berbentuk silinder dengan bagian mulut mengandung tentakel yang menghadap ke atas dan ujung lainnya melekat pada substrat, bentukan polip tersebut memiliki lapisan mesoglea yang tipis (Wiratmini *et al.*, 2008).

Dalam proses reproduksinya, ubur-ubur jantan mengeluarkan sperma lewat mulutnya ke air. Beberapa sperma masuk ke dalam mulut betina dan terjadi fertilisasi. Pembelahan menghasilkan blastula berlekuk kemudian menjadi larva planula. Planula ini akan keluar dari tubuh betina dan masuk ke air. Setelah berenang bebas, planula akan menempelkan tubuhnya pada bentukan lain di dasar laut dan tumbuh menjadi larva polip yang disebut *scyphistoma*. *Scyphistoma* menggunakan tentakelnya untuk mendapatkan makanan berupa mikroorganisme di air. *Scyphistoma* dapat memperbanyak diri dengan reproduksi aseksual. Setelah itu dilanjutkan dengan pembentukan medusa yang terjadi dari pembelahan transversal ujung oral *scyphistoma*. Proses pembelahan transversal ujung oral *scyphistoma* disebut strobilisasi. Dengan jalan ini, maka terbentuklah setumpuk medusa muda yang disebut dengan *ephyfera*. Kemudian medusa muda satu persatu melepaskan diri dan berenang bebas. Bentuk pertahanan hidup yang paling baik pada saat ubur-ubur masih muda adalah *swarm*. Setelah proses strobilisasi selesai, *scyphistoma* akan tumbuh menjadi polip lagi yang kemudian membentuk *ephyfera* pada tahun berikutnya. *Ephyfera* dapat dilihat secara mikroskopis dan *ephyfera* ini memakan protozoa. *Ephyfera* yang terbentuk pada musim dingin akan menjadi medusa dewasa

yang bereproduksi secara seksual pada musim panas berikutnya (Whitaker *et al.*, 2005). Siklus hidup ubur-ubur dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Siklus hidup ubur-ubur (Whitaker *et al.*, 2005)

### 2.1.3 Mekanisme Sengatan Ubur-Ubur

Ubur-ubur mempunyai kavitas gastrovaskular tunggal yang berfungsi sebagai pencernaan, sirkulasi, dan satu set tentakel. Tentakel dilapisi oleh deretan alat penyengat khusus yang dinamakan *nematocyst*. *Nematocyst* berada di dalam *cnidoblast* atau kapsul luar. Pada permukaan luar *cnidoblast* terdapat *cnidocil* (*trigger point*) yang dapat dirangsang dengan stimulus mekanik atau kimia. Di dasar *cnidocyl* terdapat lubang, gulungan, alat tajam dan tuba yang mengandung racun yaitu *cnidocytes* yang terdapat di dalam *nematocyst*. Setiap *nematocyst* berisi gulungan benang kapiler yang dapat ditembakkan jika ada rangsangan tertentu yakni kontak dengan obyek. Pada gulungan tuba terdapat *denticles* yang digunakan untuk melepas potongan gulungan seperti membor. Gulungan yang ditekan tadi memanjang sampai 1mm, jarak yang mampu menembus dermis kulit manusia. *Nematocyst* berfungsi sebagai alat pertahanan diri dari serangan musuh, melumpuhkan mangsa supaya mudah ditangkap dan diproses dalam pencernaan (Cheng *et al.*, 2007; Whitaker *et al.*, 2005).

Stimulasi mekanik dan kimia yang mengenai titik rangsangan berada di *cnidoblast* akan membentuk sinyal untuk membuka penutup *nematocyst* dan mengeluarkan racun. Proses ini menggunakan tekanan internal yang tinggi sehingga menyebabkan ejeksi dalam waktu cepat. *Nematocyst* mampu melakukan penetrasi dengan kecepatan diatas 15 m/s dan kedalaman mencapai 0,9 mm. Racun yang telah masuk ke dalam mikrovaskular dermis akan diabsorpsi ke dalam sirkulasi sistemik. Kemudian racun menyebar ke seluruh tubuh mangsa secara hematogen. Setelah mangsa tersengat, *nematocyst* akan beregenerasi melalui differensiasi sel pluripoten (Cheng *et al.*, 2007). Proses sengatan ubur-ubur diawali dengan adanya stimulasi dari kulit yang menginisiasi pelepasan *nematocyst*. Setelah itu akan terjadi peningkatan tekanan internal ubur-ubur yang diikuti dengan masuknya *nematocyst* ke dalam kulit, diikuti dengan pelepasan racun ke dalam terowongan integumen mangsa.

#### 2.1.4 Efek Racun Ubur-Ubur

Racun ubur-ubur dapat mengakibatkan terjadinya berbagai macam gejala, mulai dari gejala lokal, gejala sistemik sampai akhirnya dapat menyebabkan kematian. Gejala lokal yang dapat terjadi seperti rasa gatal kemudian rasa terbakar di tempat sengatan ubur-ubur (Mujiono, 2010). Selain itu, juga dapat menyebabkan nyeri yang biasanya disertai *eritematous rush* dan dalam 2-24 jam atau lebih akan timbul menjadi *vesikel eritematous*. Gejala sistemik yang dapat terjadi misalnya seperti mual, muntah, pusing, spasme otot, paralisis, hipotensi, hingga terjadi *distress pernafasan* (Junior *et al.*, 2010). Sesak nafas yang terjadi menunjukkan bahwa racun ubur-ubur menyerang sistem pernafasan yang dapat menyebabkan *distress pernafasan* yang berujung kematian. Racun ubur-ubur juga menyebabkan pola nafas menjadi cepat dan dalam, kemudian nafas akan melemah dan disertai kegagalan pernafasan (Xiao *et al.*, 2011).

Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan pada hewan coba seperti anjing, tikus, dan mencit menunjukkan bahwa injeksi racun ubur-ubur menyebabkan kematian dalam hitungan menit. Kegagalan pernafasan merupakan bentuk gejala

terminal dan didapatkan pula tanda adanya kardiotosisitas (Suput, 2009). Selain itu, efek racun ubur-ubur juga dapat mempengaruhi terjadinya perubahan histopatologi otot jantung pada hewan coba yang digunakan yaitu tikus Wistar (Wahyuningrum, 2013).

Racun ubur-ubur menyebabkan terjadinya hemolisis pada darah dengan tingkatan yang bermacam-macam dan terdapat peningkatan serum kalium dalam plasma darah. Racun ubur-ubur juga memiliki efek lisis terhadap sel yang bersifat non spesifik dan mempengaruhi permeabilitas membran sel, sehingga gejala yang timbul menunjukkan tingkat sensitivitas organ terhadap racun yang diinjeksikan (Suput, 2009).

Setelah pemberian *crude venom* dan *cytolytic protein* dari *Physalia utriculus* yang diinjeksikan pada tikus albino terlihat perubahan histopatologi di paru-paru tikus, berupa pengumpulan sel radang, dilatasi bronkus, dan deskuamasi epitel bronkus (Alam *et al.*, 2006). Penelitian lainnya dijelaskan bahwa efek racun ubur-ubur juga dapat mempengaruhi terjadinya perubahan gambaran histopatologi paru-paru tikus Wistar (Aminy, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Xiao *et al.*, 2012) efek racun ubur-ubur dapat menunjukkan perubahan yang tidak signifikan terhadap pemeriksaan analisis gas darah pada hewan coba.

#### 2.1.5 Kasus Sengatan Ubur-Ubur di Indonesia

Pada tahun 2005-2013, terdapat tiga belas kasus sengatan ubur-ubur yang dilaporkan dari Perairan Indonesia. Ada tiga kasus yang fatal terjadi di Jebus dan Situbondo, semua kasus ini terjadi antara bulan Juni hingga Oktober yaitu pada musim kemarau di Indonesia. Pada tabel 2.1 menunjukkan beberapa kasus sengatan yang disebabkan oleh ubur-ubur.

Tabel 2.1 Kasus sengatan ubur-ubur

<b>Tanggal</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Korban</b>	<b>Gejala</b>	<b>Jenis</b>
<b>27 Juli 2005</b>	Pantai Sanur, Bali	-	-	<i>Physalia utriculus</i>
<b>8 Juli 2007</b>	Pantai Depok, Bantul	2 orang Tahun 2009, 50 orang 2004	Sakit perut	<i>Physalia utriculus</i>
<b>20 Juli 2007</b>	Pantai Teleng Ria, Pacitan	Puluhan orang	Demam, Sesak nafas	-
<b>12 Agustus 2007</b>	Pantai Parangtritis, Bantul	Puluhan orang	Gatal dan kulit terbakar	<i>Physalia utriculus</i>
<b>5 Juni 2008</b>	Mlandingat, Situbondo	Satu orang	Meninggal	<i>Physalia utriculus</i>
<b>4 Juli 2008</b>	Banyuputih, Situbondo	Satu orang	Meninggal	<i>Physalia utriculus</i>
<b>19 Juli 2009</b>	Pantai Parangtritis dan Samas, Bantul	Puluhan orang	Nyeri berat, Pingsan	<i>Physalia utriculus</i>
<b>22 September 2009</b>	Pantai Parangtritis, Bantul	Ratusan orang	Nyeri berat, Pingsan	<i>Physalia utriculus</i>
<b>22 September 2009</b>	Pantai Widarapayung, Cilacap	Puluhan orang	Demam, sesak nafas	<i>Physalia utriculus</i>
<b>23 September 2009</b>	Pantai Glagah Indah dan Pantai Trisik, Kulonprogo	Puluhan orang	Sesak nafas dan pingsan	<i>Chrysaora quinquecirrha</i>
<b>26 September 2009</b>	Pantai Kukup, Gunung Kidul	64 orang	-	-

<b>02 Oktober 2009</b>	Pantai pangandaran, Ciamis	1 orang	Pingsan	-
<b>10 Agustus 2013</b>	Pantai Parangtritis, Bantul	350 orang	Nyeri, panas pada kulit dan ram perut	-
<b>11 Agustus 2013</b>	Pantai Teluk Perabuhan Ratu, Sukabumi	60 orang	Kejang, demam tinggi, nyeri dan panas di kulit	-
<b>12 Agustus 2013</b>	Gunung Kidul, Yogyakarta	Ratusan orang	Panas, perih dan pingsan	<i>Physalia utriculus</i>
<b>13 Agustus 2013</b>	Pantai Pangandaran, Jawa Barat	5 orang	Gatal, panas dan nyeri di kulit	-
<b>14 Agustus 2013</b>	Pantai Watu Ulo dan Papuma, Jember	Puluhan orang	Panas dan gatal di kulit	<i>Physalia utriculus</i>
<b>15 Agustus 2013</b>	Pantai Paseban, Jember	100 orang	Rasa terbakar, sesak nafas, dan pingsan	<i>Physalia utriculus</i>
<b>18 Agustus 2013</b>	Pantai Balekambang, Malang	60 orang	Panas, gatal di kulit	<i>Physalia utriculus</i>

Sumber: Mujiono (2010); Surya online (2013)

## 2.2 Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*)

Di Indonesia, *Physalia utriculus* dikenal sebagai ubur-ubur api karena dari sengatannya yang menimbulkan rasa panas dan menyebabkan kulit manusia melepuh seperti luka bakar. *Physalia utriculus* mempunyai gelembung yang mengapung di atas permukaan air dan berfungsi sebagai layar yang dapat menghanyutkan ubur-ubur tersebut oleh tiupan angin (Whitaker *et al.*, 2005). *Physalia utriculus* merupakan

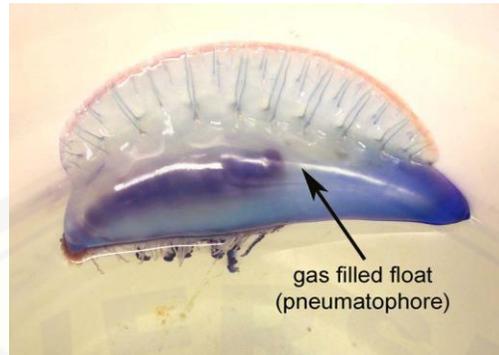
anggota filum *Cnidaria*, bentuknya mirip dengan ubur-ubur lainnya terdiri atas medusa dan polip. Namun, *Physalia utriculus* bukan termasuk ubur-ubur yang sebenarnya atau *true jellyfish*. *Physalia utriculus* merupakan hewan yang terdiri atas banyak organela yang fungsinya masing-masing sehingga tidak dapat hidup sendiri. Nama lain dari *Physalia utriculus* yakni *Portuguese man-of-war* (King *et al.*, 2003).

### 2.2.1 Taksonomi dan Morfologi

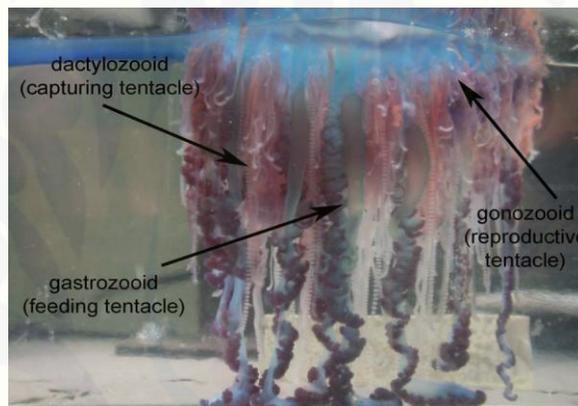
Menurut (King *et al.*, 2003), *Southeastern Regional taxonomic Centre*, klasifikasi dari *Physalia utriculus* antara lain

Kingdom	: Animalia
Filum	: Cnidaria
Kelas	: Hydrozoa
Ordo	: Siphonophora
Subordo	: Rhizophysaliae
Famili	: Physaliidae
Genus	: <i>Physalia</i>
Spesies	: <i>Physalia utriculus</i>

Warna *Physalia utriculus* yaitu biru transparan, merah muda atau keunguan dan memiliki banyak tentakel. Tubuh *Physalia utriculus* mempunyai empat bagian utama, yakni *pneumatophore*, *gastrozoid*, *dactylozoid*, dan *gonozoid*. *Pneumatophore* merupakan bagian besar yang terisi udara untuk mengapung, dapat dilihat pada (Gambar 2.4), dijumpai pada permukaan lautan, dan warnanya translusen dengan sedikit berwarna merah muda, ungu atau biru. *Gastrozoid* merupakan tentakel yang digunakan untuk menangkap makanan. *Dactylozoid* merupakan tentakel yang digunakan sebagai pertahanan diri. *Gonozoid* merupakan tentakel yang digunakan untuk reproduksi, dapat dilihat pada (Gambar 2.5). Tentakel yang dimiliki *Physalia utriculus* dapat mencapai 150 meter (King *et al.*, 2003).



Gambar 2.4 *Pneumatophore* (King *et al.*, 2003).



Gambar 2.5 *Dactylozoid, gastrozoid, dan gonozoid* (King *et al.*, 2003).

### 2.2.2 Kandungan Racun dan Efek Sengatan Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*)

Racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) berupa cairan dengan konsistensi kental, lipofilik, dan mengandung polipeptida yang dapat menimbulkan efek neurotoksik dan reaksi kulit yang parah pada manusia. Racun tersebut masuk ke dalam tubuh melalui cara difusi (Junior *et al.*, 2010). Pada racun ubur-ubur terdapat campuran senyawa kompleks protein terdiri atas *bradikinine*, *hemolysine*, *serotonine*, *histamine*, *prostaglandine*, *adenosine triphosphatase*, *nucleotidas*, *fibrinolysin*, RNase, DNase, dermatoneurotoksin, kardiotoxin, neurotoksin, nefrotoksin, miotoksin, dan protein antigen (Rifa'i dan Kudsiah, 2007; Chung *et al.*, 2001).

Racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) menyebabkan transportasi ion Ca dan Na menjadi abnormal, mengacaukan membran sel, melepaskan mediator inflamasi, dan bekerja langsung sebagai racun pada miokardium, jaringan saraf, hepar dan ginjal (Cheng *et al.*, 2007). Racun ini juga menyebabkan pelepasan kalium dari eritrosit dalam lima menit, kemudian dilanjutkan dengan terjadi pecahnya eritrosit dalam dua puluh menit berikutnya setelah racun masuk ke dalam pembuluh darah (Yanagihara *et al.*, 2012).

Reaksi racun ini bersifat toksik dan alergi. Sengatan ubur-ubur (*Physalia utriculus*) menyebabkan rasa nyeri di kulit, efeknya terlihat setelah 30 menit kemudian dengan mulai timbulnya muntah, mual, kram otot, gelisah, dan berkeriang. 30% korban sengatan ditemukan nyeri dada yang disebabkan *myalgia* pada otot punggung dan interkostal (Whitaker *et al.*, 2005). Racun ubur-ubur dapat menimbulkan berbagai macam gejala, seperti gatal dan nyeri di sekitar sengatan hingga terjadinya syok (Yanagihara *et al.*, 2002).

### 2.3 Eritrosit

Eritrosit adalah piringan bikonkaf dengan garis tengah 8  $\mu\text{m}$ , ketebalan 2  $\mu\text{m}$  di tepi luar, dan ketebalan di bagian tengah. Bentuk unik ini berperan melalui dua cara dalam menentukan efisiensi eritrosit melakukan fungsi utamanya mengangkut oksigen dalam darah. Pertama yaitu bentuk bikonkaf menghasilkan luas permukaan yang lebih besar untuk difusi oksigen menembus membran dibandingkan dengan bentuk sel bulat dengan volume yang sama. Kedua yaitu tipisnya sel memungkinkan oksigen cepat berdifusi antara bagian paling dalam sel dan eksterior sel (Sherwood, 2012).

Gambaran struktural lain yang mempermudah fungsi transport eritrosit adalah kelenturan membrannya. Eritrosit yang garis tengah normalnya adalah 8  $\mu\text{m}$  dapat mengalami deformitas sewaktu mengalir satu per satu melewati kapiler yang garis tengahnya sesempit 3  $\mu\text{m}$ . Karena sangat lentur maka eritrosit dapat mengalir melalui

kapiler sempit berkelok-kelok untuk menyalurkan oksigen di tingkat jaringan tanpa pecah selama proses berlangsung (Sherwood, 2012).

Ciri anatomik terpenting yang memungkinkan eritrosit mengangkut oksigen adalah adanya hemoglobin di dalamnya. Hemoglobin ditemukan hanya di eritrosit. Karena kandungan besinya maka hemoglobin tampak kemerahan jika berikatan dengan oksigen dan keunguan jika mengalami deoksigenasi. Karena itu darah arteri yang teroksigenasi penuh akan berwarna merah dan darah vena yang telah kehilangan sebagian dari kandungan oksigennya di tingkat jaringan, memiliki rona kebiruan (Sherwood, 2012).

Pada keadaan normal, sekitar 97% oksigen yang diangkut dari paru ke jaringan, dibawa dalam campuran kimiawi dengan hemoglobin di dalam eritrosit, sisanya sebanyak 3% diangkut dalam bentuk terlarut dalam cairan plasma dan sel darah. Dengan demikian, oksigen dibawa ke jaringan hampir seluruhnya oleh hemoglobin. Faktor-faktor yang dapat menurunkan fungsi oksigenasi adalah volume darah yang rendah, anemia, hemoglobin yang rendah, aliran darah yang kurang, serta adanya penyakit paru (Guyton, 2007).

#### **2.4 Degenerasi dan Kematian Sel**

Ketika suatu sel mengalami stres fisiologis atau rangsang patologis, sel bisa beradaptasi mencapai kondisi baru untuk mempertahankan kehidupannya. Jika kemampuan adaptif sel berlebihan, sel akan mengalami jejas. Jejas sel dapat disebabkan oleh banyak hal yaitu hipoksia, bahan kimia, agen infeksius, reaksi imunologi, defek genetik, ketidakseimbangan nutrisi, agen fisik dan penuaan. Jejas dapat bersifat *irreversible* atau *reversible*. Jejas yang *irreversible* mengarah ke kematian sel dengan pola nekrosis dan apoptosis. Nekrosis terjadi saat suplai darah menghilang atau setelah terpajan racun yang ditandai dengan pembengkakan sel, denaturasi protein dan kerusakan organel. Apoptosis terjadi sebagai akibat program “bunuh diri” yang dikontrol secara internal, terjadi dalam kondisi fisiologis, saat sel

yang tidak dikehendaki dieliminasi misalnya embriogenesis, dan dalam kondisi patologis seperti kerusakan mutasi yang tidak dapat diperbaiki (Robbins, 2007).

Akibat jejas yang paling ekstrim adalah kematian sel (Himawan, 1979). Kematian sel terjadi bersamaan dengan pecahnya membran plasma. Perubahan morfologi awal yang mendahuluinya adalah degenerasi sel (Chandrasoma & Taylor, 1994). Degenerasi merupakan perubahan morfologi sel akibat adanya jejas non fatal. Perubahan yang terjadi bersifat *reversible*. Jejas mengakibatkan gangguan metabolisme intraselular dan akhirnya mengakibatkan perubahan struktur sel beserta fungsinya. Degenerasi dapat berkembang menjadi nekrosis apabila berlangsung terus-menerus (Himawan, 1979).

Degenerasi dan kematian sel adalah peristiwa yang berlangsung secara terus-menerus pada organisme multiselular dalam keadaan fisiologis yang diimbangi dengan pembaruan sel yang disebut dengan apoptosis. Perbedaan apoptosis dengan nekrosis adalah bahwa sel apoptotic tidak menimbulkan reaksi inflamasi (Chandrasoma & Taylor, 1994).

## 2.5 Oksimetri

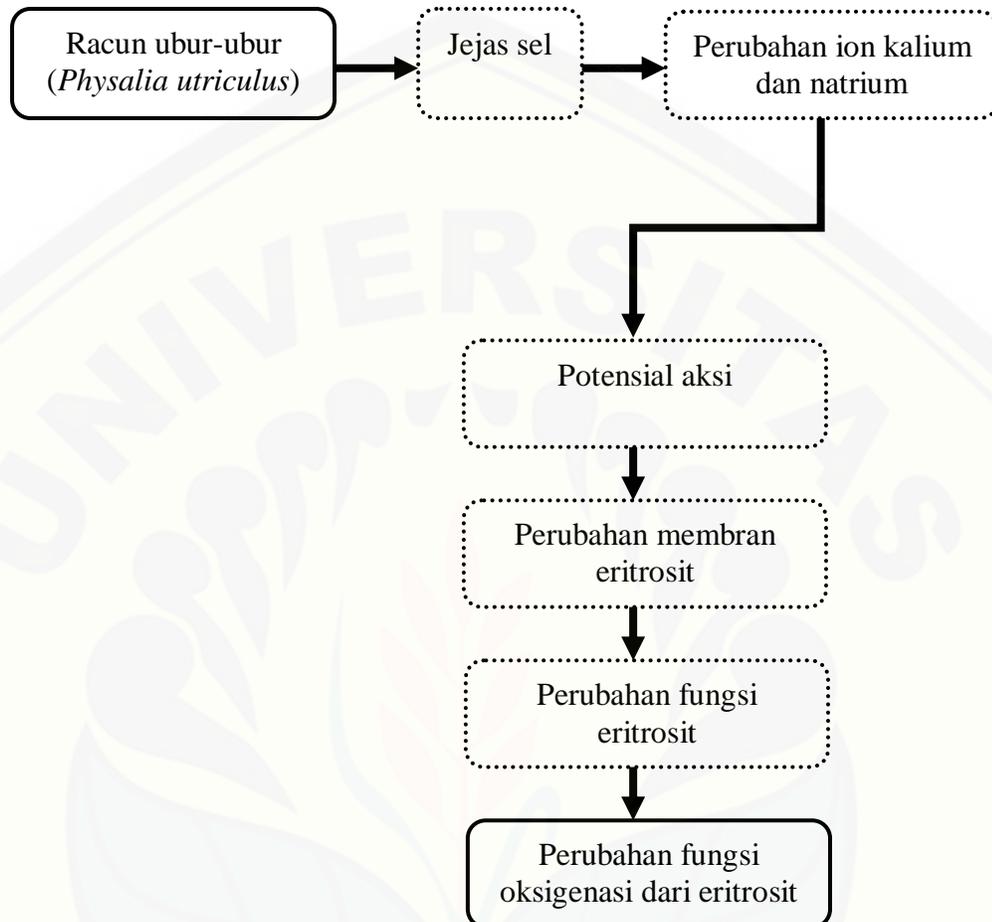
Oksimetri nadi adalah metode noninvasif pemantauan kontinu saturasi oksigen hemoglobin ( $\text{SaO}_2$ ). Pemeriksaan ini tidak dapat menggantikan pemeriksaan analisis gas darah, namun pemeriksaan ini sangat efektif untuk memantau pasien terhadap perubahan mendadak atau perubahan kecil saturasi oksigen. Saturasi oksigen adalah presentasi hemoglobin yang berikatan dengan oksigen di dalam arteri. Oksimetri nadi digunakan dalam berbagai lingkup perawatan, termasuk unit perawatan kritis, unit perawatan umum, dan lingkungan diagnostik dan tindakan yang membutuhkan pemantauan saturasi oksigen (Kozier *et al.*, 2009).

Pemeriksaan oksimetri nadi menggunakan alat sensor (probe) yang dilekatkan pada ujung jari, dahi, daun telinga atau tulang hidung. Sensor (probe) mendeteksi perubahan kadar saturasi oksigen dengan memantau sinyal cahaya yang dibangkitkan oleh oksimeter dan direfleksikan oleh denyutan aliran darah melalui jaringan pada

sensor (probe). Nilai normal SaO<sub>2</sub> adalah 95% sampai 100%. Nilai dibawah 85% menandakan bahwa jaringan tidak mendapat cukup oksigen (Asih *et al.*, 2004). Nilai SaO<sub>2</sub> dibawah 70% dapat mengancam kehidupan (Kozier *et al.*, 2009).

Faktor yang mempengaruhi bacaan saturasi oksigen adalah hemoglobin, sirkulasi, dan aktivitas. Hemoglobin yaitu jika hemoglobin tersaturasi penuh dengan oksigen, maka SaO<sub>2</sub> akan menunjukkan nilai normal walaupun kadar hemoglobin totalnya rendah. Pasien dapat menderita anemia berat dan memiliki oksigen yang tidak adekuat untuk persediaan jaringan sementara oksimeter nadi akan tetap pada nilai normal. Sirkulasi yaitu oksimeter tidak akan memberikan bacaan yang akurat jika area dibawah sensor mengalami gangguan sirkulasi. Aktivitas yaitu menggigil atau gerakan yang berlebihan pada sisi sensor dapat mengganggu pembacaan hasil yang akurat (Kozier *et al.*, 2009).

## 2.6 Kerangka Konseptual



Gambar 2.6 Skema kerangka konseptual.

Keterangan:

□ : variabel yang diamati

□ : variabel yang tidak diamati

Racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dapat mengakibatkan efek yang merugikan manusia. Berbagai gejala dapat timbul sesuai dengan banyaknya racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) yang masuk ke dalam tubuh. Ketika racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) masuk ke dalam tubuh, maka menyebabkan terjadinya jejas pada sel. Akibat jejas yang ekstrim adalah terjadi kematian sel. Adanya jejas non fatal

menimbulkan degenerasi sel. Degenerasi sel merupakan sel mengalami sakit tetapi masih tetap hidup. Pada keadaan ini, racun dapat mempengaruhi transport ion dalam membran plasma dan mempengaruhi potensial aksi dari sel sehingga permeabilitas membran terganggu. Ion kalium ( $K^+$ ) banyak keluar dari membran sel sehingga menyebabkan hiperkalemia dan ion natrium ( $Na^+$ ) banyak yang masuk ke dalam eritrosit. Ion natrium ( $Na^+$ ) menyebabkan permeabilitas membran sel terganggu. Karena pompa natrium kalium (Na-K ATPase) terganggu, ion kalsium ( $Ca^+$ ) berada tetap di dalam sel. Sehingga eritrosit menjadi sel yang tidak luwes dan tekanan osmotik eritrosit meningkat. Sedangkan tekanan osmotik pada plasma menurun sehingga menyebabkan eritrosit menjadi sel yang tidak plastis dan mudah untuk mengalami hemolisis. Masuknya ion  $Ca^{2+}$  dapat memicu pelepasan enzim laktat dehidrogenase ke dalam sel yang menyebabkan kerusakan sel dan integritas membran plasma menjadi berkurang (Edwards & Hessinger, 2000). Hal ini akan mengakibatkan fungsi eritrosit terganggu yakni mengalami perubahan fungsi dari oksigenasi.

### **2.7 Hipotesis penelitian**

Pemberian racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) pada mencit jantan akan menyebabkan perubahan fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan.

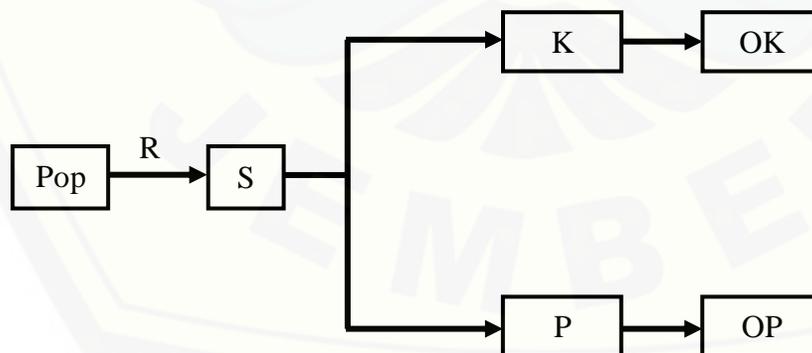
### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan terjadinya hubungan sebab akibat dari adanya perlakuan atau intervensi tertentu kepada satu atau lebih kelompok eksperimen, kemudian hasil dari intervensi tersebut di bandingkan dengan kelompok yang tidak dikenakan perlakuan (kelompok kontrol). Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah desain eksperimen murni (*true experimental design*) (Notoatmodjo, 2002).

#### 3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan *post test only control group design*. Rancangan ini dipilih dengan asumsi bahwa di dalam suatu populasi tertentu, tiap unit populasi adalah homogen yaitu semua karakteristik antar unit populasi dianggap sama. Peneliti mengukur pengaruh perlakuan pada kelompok eksperimen dengan cara membandingkan kelompok tersebut dengan kelompok kontrol. Pada rancangan penelitian ini tidak dilakukan pretes sebagai data awal tetapi hanya dilakukan pengukuran akhir (Notoatmodjo, 2002). Skema rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema rancangan penelitian

Keterangan:

Pop : Populasi

R : Randomisasi

S : Sampel

K : Kelompok kontrol dengan konsumsi pelet, aquades, dan induksi larutan aquabidest steril 0,5 ml

P : Kelompok perlakuan dengan konsumsi pelet, aquades, dan induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dosis 30 mg/kgBB.

KO : Data kelompok kontrol

OP : Data kelompok perlakuan

### 3.3 Jumlah Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah mencit jantan yang berusia  $\pm 3$  bulan dengan berat badan 20-30 gram. Peneliti menggunakan dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan dosis 30 mg/kgBB. Sampel dipilih menggunakan teknik *simple randomized sampling* yang dapat dihitung menggunakan rumus Federer, yaitu  $(p-1)(n-1) \geq 15$ .

Keterangan:

p= jumlah perlakuan yang dilakukan selama pengamatan

n= jumlah sampel

Jika, p= 9

Maka,  $(9-1)(n-1) \geq 15$

$$8(n-1) \geq 15$$

$$n-1 \geq 1,87$$

$$n \geq 2,87$$

$$n \geq 3$$

Jumlah sampel yang digunakan untuk setiap kelompok kontrol dan kelompok perlakuan masing-masing minimal 3 ekor mencit. Pada penelitian ini untuk setiap kelompok menggunakan 4 ekor mencit.

### **3.4 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Molekul Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Waktu pelaksanaannya adalah bulan April - Mei 2015.

### **3.5 Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.5.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kandang hewan coba, perlengkapan makan dan minum hewan coba, oksimeter, aluminium foil, pipet, tabung reaksi, lemari pendingin, mikroskop, vortex, kain kasa, tabung Erlenmeyer, spektrofotometri, mikropipet, stopwatch, handscoon/ sarung tangan, dan spuit injeksi.

#### **3.5.2 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol, aquades, aquabidest steril dan racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*).

### **3.6 Variabel Penelitian**

#### **3.6.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*).

#### **3.6.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan.

#### **3.6.3 Variabel Kendali**

Variabel kendali dalam penelitian ini antara lain frekuensi pemberian racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*), cara pemberian racun, jenis kelamin mencit, berat badan mencit, umur mencit, pemeliharaan mencit, dan waktu perlakuan.

### 3.7 Definisi Operasional

- a. Racun ubur-ubur adalah racun yang telah diisolasi dari *nematocyst* tentakel ubur-ubur melalui metode *autolysis*.
- b. Induksi racun adalah proses memasukkan protein racun (*Physalia utriculus*) ke dalam tubuh hewan coba yaitu mencit jantan secara intraperitoneal.
- c. Fungsi oksigenasi dari eritrosit adalah fungsi sebagai pengangkut oksigen ke jaringan oleh hemoglobin yang terdapat pada eritrosit. Penilaian fungsi oksigenasi dilakukan dengan menggunakan alat oksimeter.
- d. Saturasi oksigen adalah presentasi hemoglobin yang berikatan dengan oksigen dalam arteri.
- e. Hipoksia adalah kondisi tidak tercukupinya pemenuhan kebutuhan oksigen dalam tubuh akibat defisiensi oksigen.

### 3.8 Prosedur Penelitian

#### 3.8.1 Pengambilan Sampel Ubur-ubur (*Physalia utriculus*)

Sampel ubur-ubur beracun spesies *Physalia utriculus* merupakan hasil tangkapan di Pantai Papuma Jember. Ubur-ubur hasil tangkapan tersebut ditempatkan di dalam ember transparan yang berisi air laut. Kemudian ubur-ubur tersebut dibawa dan diidentifikasi di Laboratorium Biologi Molekul Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

#### 3.8.2 Proses Isolasi Racun Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*)

Racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terdapat di dalam nematokista yang berada di dalam tentakel. Pada proses ini bertujuan agar terjadi autolisis sehingga memudahkan pelepasan nematokista. Setelah itu, proses selanjutnya ditujukan agar racun di dalam nematokista dapat keluar yaitu menggunakan metode Bloom *et al.*, dengan sedikit modifikasi melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Memisahkan bagian tentakel ubur-ubur dengan medusanya menggunakan alat bedah kemudian meletakkan tentakel ke dalam tabung.

- b. Melarutkan tentakel dengan air laut dengan perbandingan 1:5 kemudian menyimpan dalam suhu 4°C.
- c. Mengocok isi tabung setelah 24 jam dengan gerakan memutar dalam suhu 4°C dengan sentrifuge.
- d. Pada akhir pengocokan, mengambil beberapa tetes dari larutan tersebut untuk diperiksa secara mikroskopis guna menilai keluarnya racun dari nematokista.
- e. Menyaring tentakel dengan air laut menggunakan empat lapis kasa.
- f. Melakukan *lipolyzer* menggunakan alat *freze dried* vacuum kemudian didapatkan bentukan seperti kristal.
- g. Menimbang racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dalam sediaan kristal sebanyak 300 mg dan dilarutkan dengan 1 ml aquabides, kemudian divortex dan disentrifugasi sehingga didapatkan supernatan.
- h. Mengecek kadar protein supernatan.

### 3.8.3 Pengukuran Kadar Protein Racun Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*)

Pada penelitian ini pengukuran kadar protein racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) menggunakan metode *Protein Bradford Assay*.

### 3.8.4 Induksi Racun Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*)

Kelompok hewan coba diadaptasikan selama tujuh hari. Setelah itu, pembagian kelompok hewan coba dilakukan dengan randomisasi 8 ekor mencit kemudian dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Masing-masing kelompok berisi 4 ekor hewan coba. Semua kelompok mendapatkan makan dan minum berupa pelet dan aquades. Pada kelompok kontrol mendapat induksi larutan aquabidest steril 0,5 ml dan kelompok perlakuan akan mendapatkan induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dengan dosis 30 mg/kgBB. Induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dilakukan secara intraperitoneal.

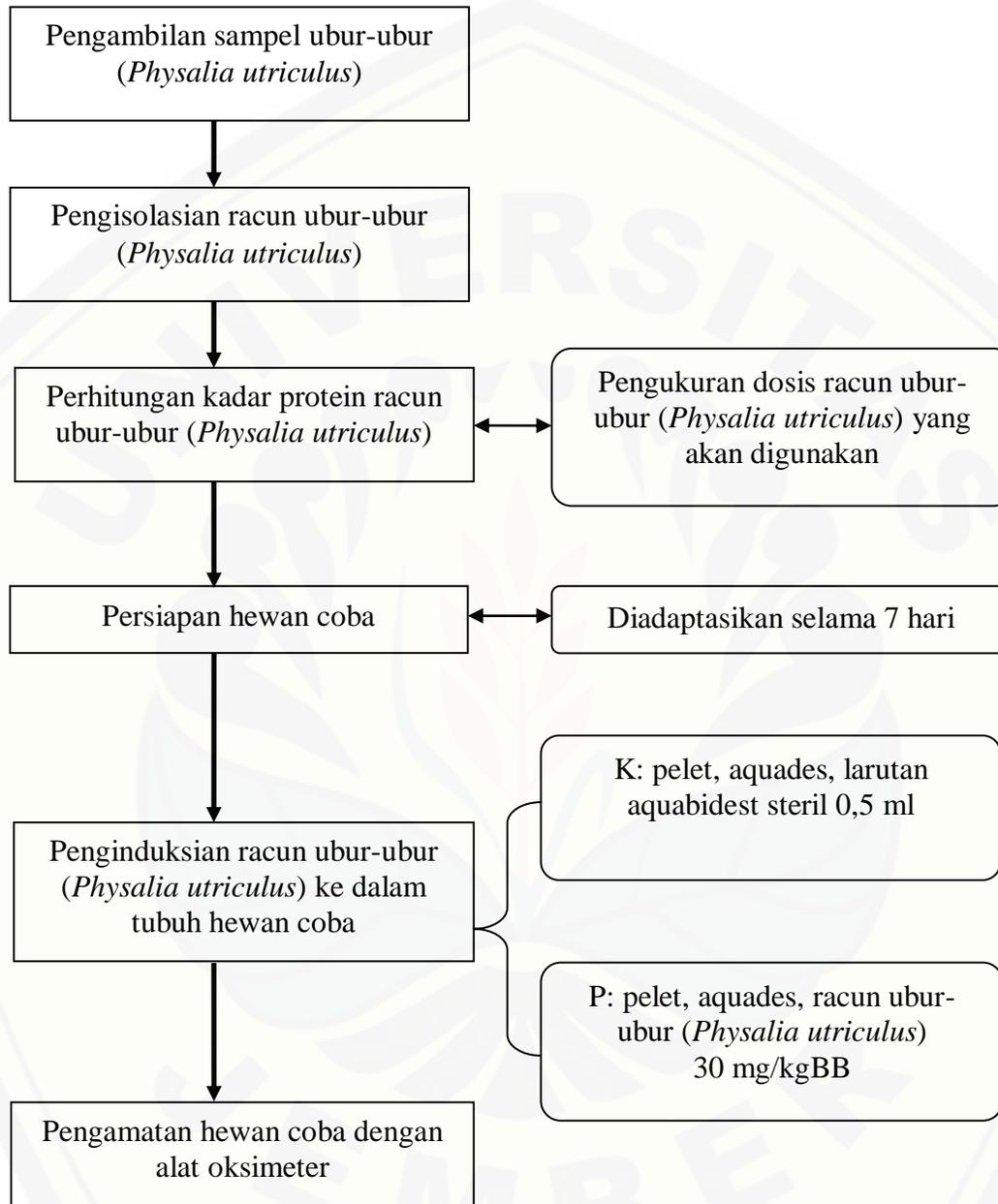
### 3.8.5 Pengamatan Fungsi Oksigenasi dari Eritrosit Mencit Jantan

Pengamatan fungsi oksigenasi dilakukan dengan memasang alat oksimeter pada bagian kepala mencit jantan. Pada oksimeter akan terdeteksi perubahan kadar oksigen pada mencit jantan setelah diinduksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*). Kemudian dilakukan pengamatan dengan stopwatch setiap 0 menit, 15 menit, 30 menit, 60 menit, 120 menit (2 jam), 240 (4 jam), 480 menit (8 jam), 720 menit (12 jam), 1440 menit (24 jam) atau hingga terjadi hipoksia pada hewan coba. Parameter pengamatan yang dipakai dalam pengamatan adalah terjadinya perubahan kadar saturasi oksigen hingga sampai menimbulkan gejala hipoksia pada hewan coba yakni waktu selama timbul perubahan kadar saturasi oksigen saat pengamatan dan hasil pada oksimeter. Kemudian data hasil pengamatan dianalisis secara statistik.

### 3.9 Analisis Data

Pada penelitian ini analisis data secara statistik menggunakan software khusus statistik. Data yang di peroleh dilakukan uji *Correlations*.

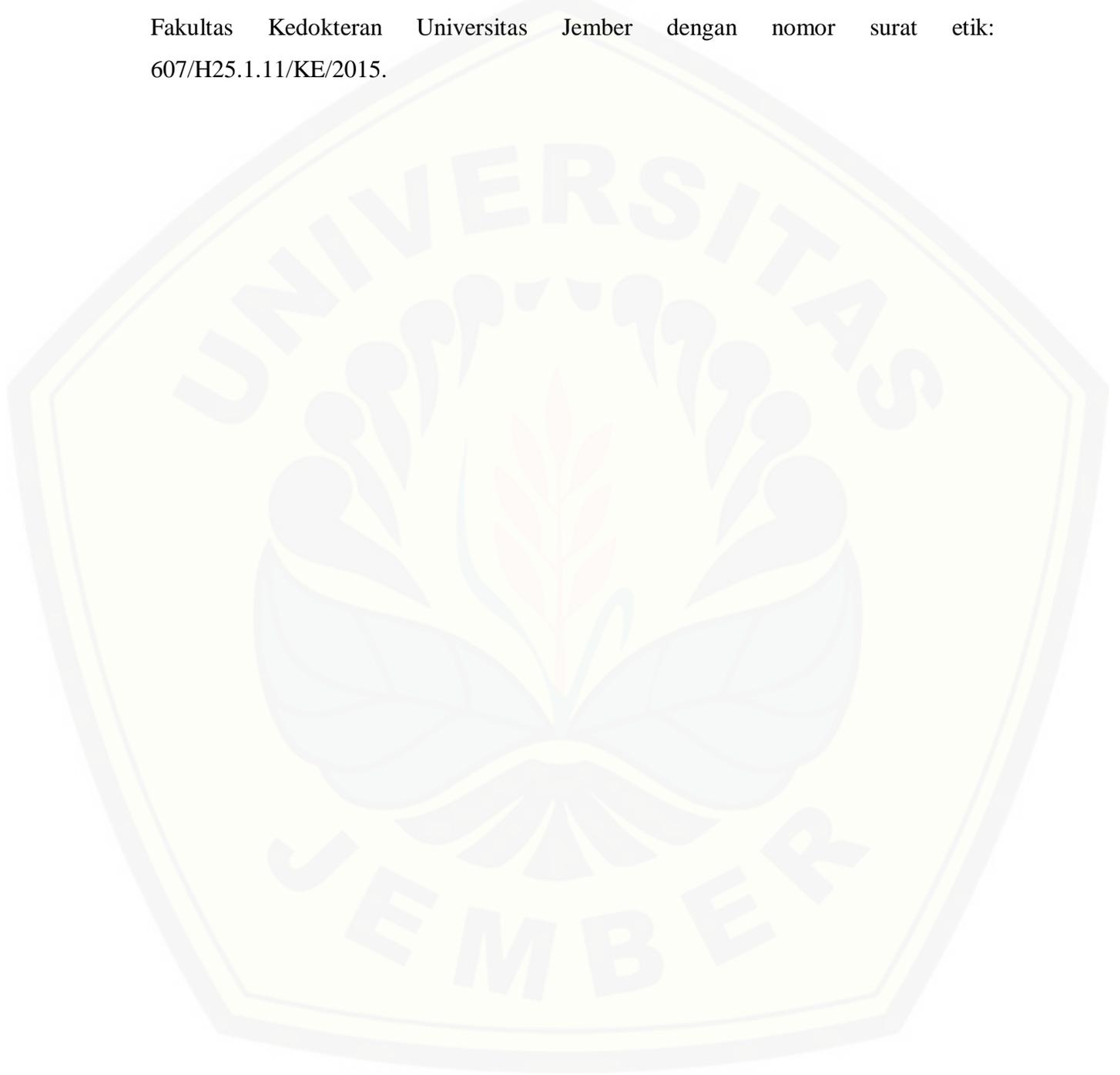
### 3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Skema alur penelitian

### **3.11 Persetujuan Etik**

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan uji etik dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Jember dengan nomor surat etik: 607/H25.1.11/KE/2015.



## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Kadar Protein Racun Ubur-Ubur (*Physalia utriculus*)

Kadar protein racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) diukur menggunakan metode *Protein Bradford Assay*. Hasil pengukuran didapatkan kadar protein sampel racun ubur-ubur *Physalia utriculus* adalah 9,85 mg/ml (Lampiran A).

#### 4.1.2 Hasil Pengamatan dengan Oksimeter pada Mencit Jantan

Pada penelitian ini kadar saturasi oksigen dalam darah mencit jantan diukur secara berkelanjutan dengan menggunakan alat oksimeter. Hasil penelitian antara kelompok kontrol yang mendapat induksi aquabidest steril dan kelompok perlakuan yang mendapat induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dosis 30 mg/kgBB diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rata-rata Kadar Saturasi Oksigen dalam Darah Mencit Jantan

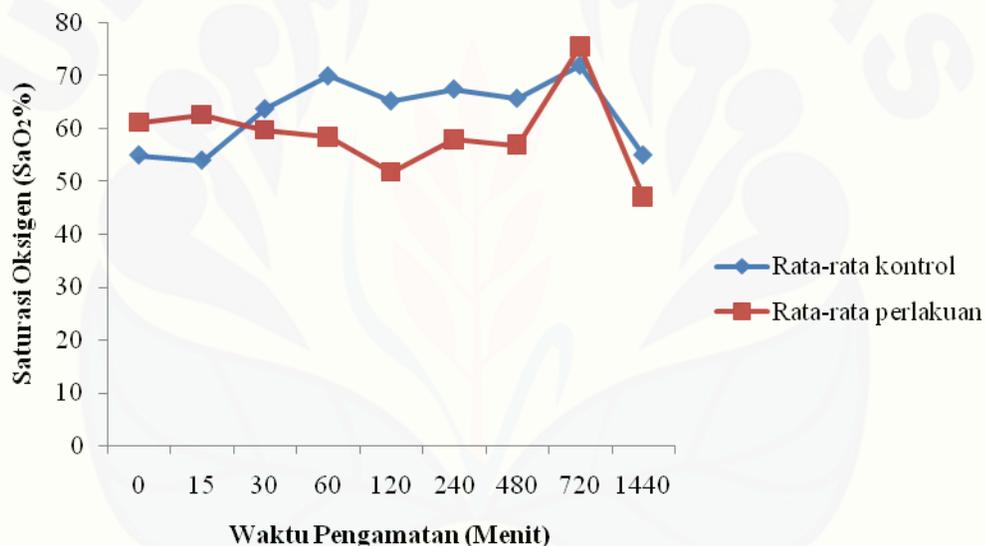
Waktu Pengamatan (Menit)	N	Rata-rata Saturasi Oksigen (SaO <sub>2</sub> % ± SD)	
		Kontrol	Perlakuan
0	4	55 ± 9,2	61,25 ± 16,5
15	4	54 ± 9,9	62,75 ± 7,9
30	4	63,75 ± 16,4	59,75 ± 6,6
60	4	70 ± 10,7	58,5 ± 14,6
120	4	65,25 ± 12,9	51,75 ± 16,3
240	4	67,5 ± 4,0	58 ± 7,7
480	4	65,75 ± 8,6	57 ± 4,1
720	4	72 ± 7,2	75,75 ± 13,8
1440	4	55 ± 15,3	47 ± 8,2

Dari tabel diatas didapatkan bahwa racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) ternyata memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap terjadinya perubahan kadar saturasi oksigen dalam darah. Pada kelompok kontrol dengan induksi 0,5 ml larutan aquabidest steril menunjukkan bahwa pada menit ke-0 sebelum injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 55% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 9,2. Pada menit ke-15 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 54% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 9,9. Pada menit ke-30 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 63,75% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 16,4. Pada menit ke-60 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 70% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 10,7. Pada menit ke-120 setelah injeksi, rata-rata kadar oksigen dalam darah adalah 65,25% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 12,9. Pada menit ke-240 setelah injeksi, rata-rata kadar oksigen dalam darah adalah 67,5% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 4,0. Pada menit ke-480 setelah injeksi, rata-rata kadar oksigen dalam darah adalah 65,75% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 8,6. Pada menit ke-720 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 72% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 7,2. Pada menit ke-1440 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 55% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 15,3.

Kelompok perlakuan dengan induksi dosis 30 mg/kgBB racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) menunjukkan bahwa pada menit ke-0 sebelum injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 61,25% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 16,5. Pada menit ke-15 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 52,75% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 7,9. Pada menit ke-30 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 59,75% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 6,6. Pada menit ke-60 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 58,5% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 14,6. Pada menit ke-120 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 51,75% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 16,3. Pada

menit ke-240 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 58% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 7,7. Pada menit ke-480 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 57% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 4,1. Pada menit ke-720 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 75,75% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 13,8. Pada menit ke-1440 setelah injeksi, rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah adalah 47% dan mendapat nilai standar deviasi sebesar 8,2.

Berdasarkan data rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah tersebut dapat digambarkan dengan grafik perbandingan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik perbandingan rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah (SaO<sub>2</sub>%) terhadap waktu pengamatan (menit)

#### 4.1.3 Analisis Data

Data rata-rata kadar saturasi oksigen dalam darah setiap kelompok dianalisis menggunakan uji statistik *Correlations*. Pada uji statistik *Correlations* terdapat tiga penafsiran analisis yaitu melihat kekuatan hubungan dua variabel, melihat signifikansi hubungan, dan melihat arah hubungan. Interpretasi kekuatan hubungan

antara dua variabel dilakukan dengan melihat angka koefisien korelasi hasil perhitungan yang menggunakan kriteria sebagai berikut: (1) Jika angka koefisien korelasi menunjukkan 0, maka kedua variabel tidak mempunyai hubungan; (2) Jika angka koefisien korelasi mendekati 1, maka kedua variabel mempunyai hubungan semakin kuat; (3) Jika angka koefisien korelasi mendekati 0, maka kedua variabel mempunyai hubungan semakin lemah; (4) Jika angka koefisien korelasi sama dengan 1, maka kedua variabel mempunyai hubungan linier sempurna positif; dan (5) Jika angka koefisien korelasi sama dengan -1, maka kedua variabel mempunyai hubungan linier sempurna negative.

Interpretasi signifikansi hubungan dua variabel dilihat berdasarkan angka signifikansi yang dihasilkan dari perhitungan uji *Corrleations*. Angka signifikansi yang digunakan sebesar 0,01; 0,05 dan 0,1. Pertimbangan penggunaan angka tersebut didasarkan pada tingkat kepercayaan yang diinginkan oleh peneliti. Angka signifikansi sebesar 0,01 mempunyai pengertian bahwa tingkat kepercayaan atau keinginan untuk memperoleh kebenaran dalam penelitian adalah sebesar 99%. Jika angka signifikansi sebesar 0,05 maka tingkat kepercayaan sebesar 95%. Jika angka signifikansi sebesar 0,1 maka tingkat kepercayaan sebesar 90%. Interpretasi ini akan membuktikan apakah kedua variabel tersebut signifikan atau tidak.

Interpretasi arah korelasi dapat dilihat dari angka koefisien korelasi. Jika koefisien korelasi positif, maka hubungan kedua variabel searah artinya jika variabel X nilainya tinggi, maka variabel Y juga tinggi. Jika koefisien korelasi negatif, maka hubungan kedua variabel tidak searah artinya jika variabel X nilainya tinggi, maka variabel Y akan rendah.

Pada penelitian ini didapatkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) 0,383 (mendekati 0), maka kelompok kontrol yang mendapat induksi aquabidest steril dan kelompok perlakuan yang mendapat induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dosis 30 mg/kgBB memiliki hubungan semakin lemah. Penelitian ini mendapat nilai signifikansi ( $p$ ) 0,309 ( $p > 0,05$ ), maka kelompok kontrol yang mendapat induksi aquabidest steril dan kelompok perlakuan yang mendapat induksi racun ubur-ubur

(*Physalia utriculus*) dosis 30 mg/kgBB memiliki korelasi yang tidak signifikan. Nilai koefisien korelasi mendapat nilai 0,383 (positif), maka hubungan kedua kelompok searah. Tabel hasil uji *Correlations* yang menunjukkan adanya hubungan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Hasil Uji *Correlations*

<b>Correlations</b>			
		<b>Kontrol</b>	<b>Perlakuan</b>
<b>Kontrol</b>	Pearson Correlation	<b>1</b>	<b>.383</b>
	Sig. (2-tailed)		<b>.309</b>
	N	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Perlakuan</b>	Pearson Correlation	<b>.383</b>	<b>1</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>.309</b>	
	N	<b>9</b>	<b>9</b>

#### 4.2 Pembahasan

Ubur-ubur (*Physalia utriculus*) merupakan jenis ubur-ubur yang berbahaya bagi manusia karena mengandung racun yang menyengat. Sengatan ubur-ubur sering terjadi di Indonesia. Berbagai macam efek yang dapat ditimbulkan dari sengatan racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*). Salah satu efek racun ubur-ubur mengakibatkan eritrosit mudah pecah atau lisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) terhadap fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa induksi racun (*Physalia utriculus*) memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap perubahan fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan. Hasil penelitian ini sinergis dengan penelitian sebelumnya (Xiao *et al.*, 2012). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah metode pengamatan kadar saturasi oksigen dalam darah setelah diinduksi racun ubur-

ubur (*Physalia utriculus*). Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu melakukan pengamatan dengan alat oksimeter untuk mengetahui perubahan kadar saturasi oksigen pada mencit jantan setiap waktu. Pengamatan dilakukan secara berkelanjutan dengan adanya interval waktu yaitu 0 menit, 15 menit, 30 menit, 60 menit, 120 menit (2 jam), 240 menit (4 jam), 480 menit (8 jam), 720 menit (12 jam) dan 1440 menit (24 jam).

Racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) merupakan campuran kompleks protein yang mengandung *bradikinine*, *hemolysine*, *serotonine*, *histamine*, *prostaglandine*, *adenosine triphosphatase*, *nucleotidas*, *fibrinolysin*, RNase, DNase, dermatoneurotoksin, kardiotoksin, neurotoksin, miotoksin dan protein antigen (Rifa'i dan Kudsiah, 2007; Chung *et al.*, 2001). Ketika racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) masuk ke dalam tubuh, maka menyebabkan terjadinya jejas pada sel. Akibat jejas yang ekstrim adalah terjadi kematian sel. Adanya jejas non fatal menimbulkan degenerasi sel. Degenerasi sel merupakan sel mengalami sakit tetapi masih tetap hidup. Pada keadaan ini, racun dapat mempengaruhi transport ion dalam membran plasma dan mempengaruhi potensial aksi dari sel sehingga permeabilitas membran terganggu. Ion kalium ( $K^+$ ) banyak keluar dari membran sel sehingga menyebabkan hiperkalemia dan ion natrium ( $Na^+$ ) banyak yang masuk ke dalam eritrosit. Ion natrium ( $Na^+$ ) menyebabkan permeabilitas membran sel terganggu. Karena pompa natrium kalium (Na-K ATPase) terganggu, ion kalsium ( $Ca^+$ ) berada tetap di dalam sel. Sehingga eritrosit menjadi sel yang tidak luwes dan tekanan osmotik eritrosit meningkat. Sedangkan tekanan osmotik pada plasma menurun sehingga menyebabkan eritrosit menjadi sel yang tidak plastis dan mudah untuk mengalami hemolisis. Masuknya ion  $Ca^{2+}$  dapat memicu pelepasan enzim laktat dehidrogenase ke dalam sel yang menyebabkan kerusakan sel dan integritas membran plasma menjadi berkurang (Edwards & Hessinger, 2000). Hal ini akan mengakibatkan fungsi eritrosit terganggu yakni mengalami perubahan fungsi dari oksigenasi. Pada penelitian ini didapatkan perubahan kadar saturasi oksigen dalam darah dengan interval waktu yang telah ditentukan saat pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa pada kelompok perlakuan mencit jantan yang diinduksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) dosis 30 mg/kgBB terjadi perubahan kadar saturasi oksigen dalam darah yang terlihat pada alat oksimeter. Perubahan ini terjadi tidak signifikan karena dosis racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) yang diinduksikan pada kelompok perlakuan rendah sehingga tubuh mencit jantan dapat melawan serta menetralkan racun dan hewan coba mencit juga tidak mengalami kematian selama pengamatan. Hal ini penting untuk membuktikan bahwa kematian hewan coba bukan karena racun melainkan karena terjadi hipoksia yang disebabkan pergerakan eritrosit melewati pembuluh kapiler terganggu sehingga mengakibatkan fungsi dari eritrosit untuk mengikat oksigen terganggu.

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi bacaan saturasi oksigen adalah aktivitas merupakan gerakan yang berlebihan pada sisi sensor dapat mengganggu pembacaan hasil yang akurat (Kozier *et al.*, 2009). Hasil yang didapatkan tidak signifikan karena tidak dilakukannya pembiusan pada mencit. Oleh karena itu, hewan coba masih bisa bergerak aktif karena tidak adanya pengaruh dari pembiusan. Akan tetapi sampai saat ini belum diketahui secara pasti mekanisme terjadinya kematian pada korban setelah terkena sengatan ubur-ubur (*Physalia utriculus*).

Dengan demikian, induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap perubahan fungsi oksigenasi dari eritrosit mencit jantan. Penelitian ini terdapat suatu kelemahan yaitu keterbatasan alat dalam pengamatan kadar saturasi oksigen dalam darah dan kondisi hewan coba selama pengukuran. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan alat yang lebih canggih dan kondisi hewan coba dengan pembiusan.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa induksi racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*) memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap perubahan fungsi oksigenasi dari eritrosit pada mencit jantan.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang:

- a. Perlunya dilakukan penelitian dengan menggunakan alat yang lebih canggih dan lengkap sehingga dapat merekam segala perubahan yang terjadi selama pengamatan dan kondisi hewan coba dengan pembiusan.
- b. Perlunya dilakukan penelitian dengan menggunakan sampel yang lebih besar dan menggunakan berbagai macam perbedaan dosis racun.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alam, Sultana, Mahmood, dan Alam. 2006. Pneumotoxic Activity Of Crude Venom and A Cytolytic Protein, PuTx-IVC, From A Coelenterate *Physalia utriculuc* (Blue Bottle). *Pakistan J. Zool.* Vol. 38 (2): 159-165.
- Aminy, S. A. 2013. “Pengaruh Induksi Toksin Ubur-ubur (*Physalia physalis*) Terhadap Gambaran Histopatologi Paru-paru Tikus Wistar”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
- Asih, N. G. Y. & Effendy, C. 2004. Keperawatan Medikal Bedah.
- Auerbach, P. S. 2007. Marine Envinomations. Fifth Edition. Wilderness medicine.
- Chandrasoma, P. & Taylor, C. R. 1994. *Ringkasan Patologi Anatomi*. Edisi 2. Terjemahan oleh Roem S. 1995. Jakarta: EGC.
- Cheng, D., Dattaro, A. J., dan Yakobbi, R. 2007. Jellyfish Stings. *Med. J. Aust.* Vol. 16 (5): 658-661.
- Chung, Ratnapala, Cooke, dan Yanagihara. 2001. Partial Purification and Characterization Of A Hemolysin (CAH1) From Hawaiian Box Jellyfish (*Carybdea alata*) Venom. *Toxicon*, 39 : 981-990.
- Daubert, G. P. 2008. Cnidaria Envenomation. *Med. J. Aust.*, 62: 291-295.
- Dinatha, R. B. 2010. “LD<sub>50</sub> Toksin Ubur-ubur (*Physalia physalis*) Pada Mencit Jantan Galur Balb-C”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
- Edwards, L. & Hessinger, D. A. 2000. *Portuguese Man-of-war (Physalia physalis) Venom Induces Calcium Influx Into Cells by Permeabilizing Plasma Membranes*. *Toxicon*, 38 (8): 1015-1028.
- Guyton, A. C. & John, E. 2007. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Jakarta: EGC.
- Hartoyo, S. H. 2010. “Efek Toksin Ubur-ubur (*Physalia physalis*) Berbagai Konsentrasi Terhadap Hemolisis Eritrosit Manusia”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
- Himawan, S. 1979. *Patologi*. Jakarta: Bagian Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

- Hoover, M. 2004. Marine Invertebrate of Bermuda, *Portuguese Man-of-War (Physalia physalis)*. *Hawai Med. J.*, 41: 193-194.
- Junior, V., Silveira, F. L., dan Migotto, A. 2010. Skin Lesion In Envenoming by *Cnidarians (Portuguese Man-of-War and Jellyfish)*: Etiology And Severity Of Accidents On The Brazilian Coast. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paul.*, 52: 47-50.
- King, Rachel. 2003. *The Portuguese man-of-War (Physalia physalis)*. *South Carolina Departement of Natural Resources*.
- Kozier, Erb, Berman, dan Snyder. 2009. Buku Ajar Praktik Keperawatan Klinis Edisi 5. Jakarta: EGC.
- Liang, Beilei, Ying, Qianqian, Sihua, Yang, Guoyan, Jia, Xuting, dan Liming. 2012. Cardiovascular Effect Is Independent Of hemolytic Toxicity Of Tentacle-only Extract From The Jellyfish *Cyanea capillata*. *Plos One*, 7 (8):1-11.
- Nagai, H. & Nakajima, T. 2001. Novel Hemolytic Active Proteins and Genes Encoding The Same. *European Patent Application*: 1-8.
- Notoatmodjo, S. 2002. Metodologi Penelitian Kesehatan. Edisi Revisi. Jakarta: Bineka Cipta.
- Mujiono, N. 2010. Jellyfish Sting: An Indonesian Case Report. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*.
- Patten, P. V. 2006. *The Portuguese Man-of-War*: Unwelcome in New England. Connecticut Sea Grant.
- Price, S. A. & Wilson, L. M. 2005. Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit. Jakarta: EGC.
- Rifa'i dan Kudsiah. 2007. Reproduksi Aseksual Anemon Laut *Stichodactyla Gigantean* Dengan Teknik Fragmentasi dan Habitat Penumbuhan Berbeda. *J. Sains & Teknologi.*, 7(2): 65-76.
- Robbins, S. L., Kumar, V., dan Conran, R. S. 2007. Buku Ajar Patologi. Jakarta: EGC.
- Sherwood, L. 2012. Fisiologi Manusia Dari Sel ke Sistem. Jakarta: EGC.
- Suput, D. 2009. In Vivo Effect of Cnidarian Toxin and Venoms. *Toxicon*, 54: 1190-1200.

- Surya online. 2013. “ Kasus sengatan ubur-ubur sepanjang pantai selatan pulau jawa”.
- Xiao, Liu, He, Wang, Ye, Liu, Nie, Zhao dan Zhang. 2011. The Acute Toxicity and Hematological Characterization Of The Effect Of Tentacle-Only Extract From The Jellyfish *Cyanea capillata*. *Mar. Drugs.*, 9: 526-534.
- Yanagihara, Kuroiwa, Oliver, Chung, dan Kunkel. 2002. Ultrastructure of a Novel Eurytele Nematocyst of *Carybdea Alata Reynaud (Cubozoa, cnidaria)*. *Cell Tissue Res*, 308: 307-318.
- Yanagihara, A. A., & Shohet, R. V. 2012. *Cubozoan* Venom-Induced Cardiovascular Collapse Is Caused by Hiperkalemia and Prevented by Zinc Gluconate in Mice. *Plose One*, 7 (12): 1-12.
- Whitaker, D., King, R., dan David, K. 2005. *Jellyfish an Information. Pacific Bull. Mar, Sci.*, 47: 546-556.
- Whiteman, Lily. 2010. Jellyfish Reproduction: The Holy Grail to Understanding Jellyfish Blooms. *National Science Foundation*.
- Wiratmini, N. I., Wiryatno, J., dan Dalem, A. A. G. R. 2008. Makrozoobenthos pantai pererenan (Kabupaten Bandung): Jenis, Status, dan Manfaatnya bagi Masyarakat. Universitas Udayana: Bali.
- Wahyuningrum, R. K. 2013. “Pengaruh Induksi Toksin Ubur-ubur (*Physalia physalis*) Terhadap Gambaran Histopatologi Jantung Tikus Wistar”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

**LAMPIRAN A****Pengukuran kadar protein racun ubur-ubur (*Physalia utriculus*)**

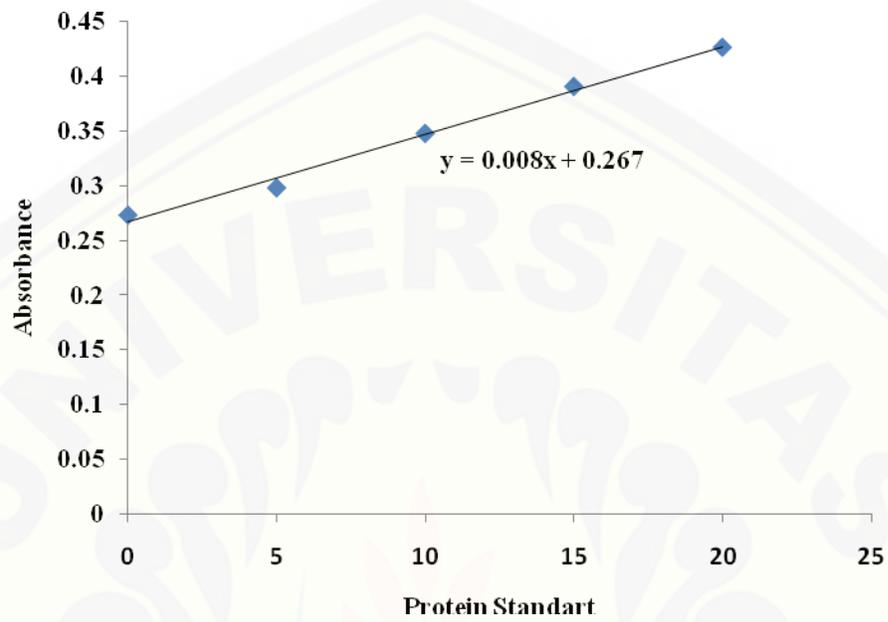
## 1. Tabel Absorbansi Protein Standart

<b>Protein standart (<math>\mu\text{g/mL}</math>)</b>	<b>Absorbance</b>
<b>0</b>	<b>0.273</b>
<b>5</b>	<b>0.298</b>
<b>10</b>	<b>0.348</b>
<b>15</b>	<b>0.391</b>
<b>20</b>	<b>0.427</b>

2. Kadar Protein Racun Ubur-ubur (*Physalia utriculus*)

<b>Racun ubur-ubur (<i>Physalia utriculus</i>)</b>	<b>Absorbance</b>	<b>Kadar protein racun (<math>\mu\text{g/mL}</math>)</b>
<b>1</b>	0.372	<b>13.125</b>
<b>5</b>	0.530	<b>6.575</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>9.85</b>

3. Kurva Persamaan Nilai Absorbansi Protein Standart



**LAMPIRAN B*****Uji Correlations***

<b>Correlations</b>			
		<b>Kontrol</b>	<b>Perlakuan</b>
<b>Kontrol</b>	Pearson Correlation	<b>1</b>	<b>.383</b>
	Sig. (2-tailed)		<b>.309</b>
	N	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Perlakuan</b>	Pearson Correlation	<b>.383</b>	<b>1</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>.309</b>	
	N	<b>9</b>	<b>9</b>

**LAMPIRAN C**

**Dokumentasi Penelitian**

1. Stok Racun Ubur-ubur (*Physalia utriculus*)



2. Sampel Racun Ubur-ubur (*Physalia utriculus*)



3. Oksimeter



4. Pengukuran dengan Oksimeter pada Mencit Jantan



5. Induksi Racun Ubur-ubur (*Physalia utriculus*)



6. Kelompok Perlakuan Mencit Jantan Setelah Induksi Racun Ubur-ubur (*Physalia utriculus*)



7. Kelompok Kontrol Mencit Jantan



## LAMPIRAN D

## Persetujuan Uji Etik



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS JEMBER

KOMISI ETIK PENELITIAN

Jl. Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegal Boto Telp/Fax (0331) 337877 Jember 68121 – Email :  
fk\_unej@telkom.net

**KETERANGAN PERSETUJUAN ETIK**

ETHICAL APPROVA

Nomor : 607 /H25.1.11/KE/2015

Komisi Etik, Fakultas Kedokteran Universitas Jember dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul :

*The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Jember University, With regards of the protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the proposal entitled :*

**PENGARUH INDUKSI TOKSIN UBUR – UBUR (*Physalia physalis*) TERHADAP FUNGSI OKSIGENASI DARI ERITROSIT PADA MENCIT JANTAN**

Nama Peneliti Utama : Vita Alfiatul Hasanah (NIM. 102010101017)  
*Name of the principal investigator*

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Jember  
*Name of institution*

Dan telah menyetujui protokol tersebut diatas.  
*And approved the above mentioned proposal.*

Jember, 2015  
  
Rita Kusuma, Sp.PK