## KAJIAN IMUNOLOGI IKAN BANDENG (Chanos chanos) PADA TAMBAK DESA PENATARSEWU YANG TERKENA DAMPAK LUMPUR KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR

LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh:

INDRA FERDIANSYAH NIM. 0610810029



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011

## KAJIAN IMUNOLOGI IKAN BANDENG (Chanos chanos) PADA TAMBAK DESA PENATARSEWU YANG TERKENA DAMPAK LUMPUR KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR

### LAPORAN SKRIPSI PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Oleh:

INDRA FERDIANSYAH NIM. 0610810029



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011

# **BRAWIJAYA**

### **LAPORAN SKRIPSI**

## KAJIAN IMUNOLOGI IKAN BANDENG (Chanos chanos) PADA TAMBAK DESA PENATARSEWU YANG TERKENA DAMPAK LUMPUR KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR

### Oleh: INDRA FERDIANSYAH NIM. 0610810029

Mengetahui,		
Dosen Penguji	I	

Dosen Pembimbing I

DR. Ir. Uun Yanuhar. S.Pi. M.Si
NIP. 1973 0404 200212 2 001
Tanggal:

Prof. Ir. Yenny Risjani., D.E.A., Ph.D.

NIP. 19610523 198703 2 003

Tanggal:

Menyetujui,

Dosen Penguji II

**Dosen Pembimbing II** 

Yuni Kilawati, S.Pi. M. Si
NIP. 1973 0702 200501 2 001
Tanggal:

Mengetahui,

NIP. 19520402 198003 2 001 Tanggal<u>:</u>

Ir. Hj. Herwati Umi S, MS

Ketua Jurusan MSP

DR. Ir. Happy Nursyam., M.S.

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal:

### **RINGKASAN**

INDRA FERDIANSYAH. Skripsi tentang Gambaran Imunologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Pada Tambak Desa Penatarsewu yang Terkena Dampak Lumpur Lapindo Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur (di bawah bimbingan Prof. Ir. Yenny Risjani., D.E.A., Ph.D. dan Ir. Hj. Herawati Umi, M.S.)

Tambak yang berada di Desa PenatarSewu sudah dicemari oleh limbah lum pur lapindo dikarenakan air yang ada ditambak mengambil dari salah satu sungai yang berada disekitar area tambak, diantaranya Sungai Avor alo, Sungai Avor alo terletak di Propinsi Jawa Timur, Kabupaten Sidoarjo, merupakan pertemuan antara sungai Kalitengah dan Kalidawir di Kecamatan Tanggulangin. Untuk mengantisipasi jebolnya tanggul yang lebih parah sehingga membahayakan keselamatan penduduk dan merusak infrastruktur di sekitarnya, maka dibuat skenario pembuangan air lumpur ke Sungai Porong dan Sungai Aloo menuju laut untuk menjamin keselamatan penduduk di sekitar semburan.

Respon dari ikan ditunjukkan dengan perubahan tingkah laku maupun perubahan fisiologis dari ikan tersebut. Ikan bandeng (*Chanos chanos*) adalah salah satu ikan yang hidup di tambak Desa Penatarsewu. Ikan bandeng memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi. Imunologi ikan adalah Ilmu yang mempelajari tentang sistem kekebalan atau daya tahan tubuh ikan terhadap lingkungannya. Imunologi dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui tingkat kesehatan dan fisologis suatu ikan. Penyimpangan fisiologis ikan akan menyebabkan komponen-komponen imun juga mengalami perubahan. Salah satu komponen imunologi yang dapat diamati adalah komposisi leukosit (sel darah putih) dan aktivitas fagositosis. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui gambaran imunologi ikan bandeng di tambak yang telah dialiri lumpur lapindo dan untuk mengetahui perbedaan kondisi imunologi dari ikan bandeng yang diambil di tambak sidoarjo yang tercemar lumpur lapindo dan ikan bandeng yang diambil di tambak pasuruan yang tidak tercemar lumpur lapindo.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksplorasi dekstriktif. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan komponen sel imun meliputi jumlah total leukosit, diferensial leukosit, jumlah sel makrofag, dan aktivitas fagositosis dari ikan bandeng pada tambak yang tercemar lumpur lapindo, Kemudian dilakukan pengamatan ikan bandeng pada tambak yang tidak tercemar lumpur lapindo dengan perlakuan yang sama sebagai sampel ikan pembanding. Adapun analisa data data penelitian ini menggunakan uji t berpasangan. Untuk menunjang data tersebut diatas, indikator fisika dan kima air juga diamati, seperti kadar DO (*Dissolved oxigen*), pH, suhu, TSS (*Total suspended solid*), salinitas, COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan phenol. Tempat dan waktu dilaksanakan pada tambak yang tercemar lumpur lapindo yang bertempat di sidoarjo, dan tambak yang tidak tercemar lumpur lapindo yang bertempat di pasuruan, pelaksanaan kegiatan ini dimulai bulan januari sampai maret 2011.

Hasil rata-rata jumlah leukosit ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding dengan ikan yang tidak terkena lumpur yaitu  $4,61 \times 10^5 \pm 2.35 \times 10^4 \text{ sel/ml} > 1.39 \times 10^5 \pm 3.98 \times 10^4 \text{ sel/ml}$ . Dari nilai tersebut dilakukan perhitungan dengan menggunakan uji *t-dependent* diperoleh bahwa jumlah total leukosit ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda nyata dengan ikan yang tidak

terkena lumpur lapindo ( $t_{hit}$ : 30,09 >  $t_{tab}$ : 2.31). Sedangkan hasil rerata diferensial leukosit ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding dengan ikan bandeng yang tidak terkena lumpur yaitu neutrofil  $98680,4 \pm 11126,08 \text{ sel/ml} > 22309,6 \pm 4899,748 \text{ sel/ml}; \text{ limfosit} 214186\pm$ 27036,46 sel/ml > 58754,4 ± 6802,832 sel/ml; dan monosit 51758 ± 10229,14 sel/ml > 11152,8 ± 2433,417 sel/ml. Kemudian di uji dengan menggunakan uji tdependent, didapatkan bahwa jumlah neutrofil ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda nyata dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% (thit: 14,04 > ttab: 2.31); limfosit ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda nyata dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% (thit: 23,09 > ttab: 2.31); dan monosit ikan yang terkena lumpur lapindo tidak berbeda nyata dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% (thit: 1,75 < tab: 2.31). Terjadinya perbedaan pada jumlah leukosit maupun diferensial leukosit diduga dipengaruhi oleh tingkat stress yang dialami ikan, selain itu juga dipengaruhi pula adanya ritme biologis dari pembentukan sel darah. Selain itu, mekanisme respon imun ikan juga dipengaruhi oleh lamanya ikan berinteraksi dengan pencemar.

Hasil rerata jumlah sel makrofag ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding ikan bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo yaitu  $52,6\times10^5\pm13,5\times10^5$  sel/ml >  $33\times10^5\pm7,34\times10^5$  sel/ml serta berbeda nyata dalam taraf 95% ( $t_{hit}$ : 2,84 >  $t_{tab}$ : 2.57). Selain itu, berdasarkan hasil perhitungan aktivitas fagositosis menunjukkan bahwa ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih rendah dibanding ikan bandeng yang tidak terkena, yaitu 22,8  $\pm4,65\% < 39,4\pm19,34\%$ . Sedangkan hasil analisis data dengan menggunakan uji t berpasangan, didapatkan bahwa jumlah aktivitas fagositosis ikan yang terkena lumpur lapindo tidak berbeda nyata dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% ( $t_{hit}$ : 1,86 >  $t_{tab}$ : 2.31). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah sel makrofag dalam memfagosit berhubungan dengan tingkat stres yang dialami ikan. Meskipun jumlah dari sel fagositik ikan yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding ikan yang tidak terkena lumpur lapindo, namun aktivitasnya berkebalikan dari banyaknya jumlah sel.

Hasil dari pengukuran kualitas air parameter lainnya tidak jauh berbeda antara lain sebagai berikut: suhu berkisar antara 29-35°C, pH berkisar 8,4-8,6, salinitas berkisar 6-7 ppt, DO berkisar antara 6,8-8,9 mg/L, TSS berkisar 26,2-69,8 mg/l, COD berkisar 28-44 mg/l, dan phenol berkisar 0,12-0,15 mg/l.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah komponen sel imun ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda nyata dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo. Terjadinya perbedaan pada jumlah leukosit maupun diferensial leukosit diduga dipengaruhi oleh tingkat stres yang dialami ikan dan juga dipengaruhi pula adanya ritme biologis dari pembentukan sel darah. Selain itu, mekanisme respon imun ikan juga dipengaruhi oleh lamanya ikan berinteraksi dengan pencemar. Hasil uji t-dependent menunjukkan bahwa sel imun ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo. Jadi, dapat dikatakan bahwa cemaran lumpur lapindo memang dapat mempengaruhi jumlah maupun efektivitas dari komponen-komponen sel imun ikan.

Saran yang dapat diberikan berkenaan dengan penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kandungan dari lumpur lapindo serta jumlah dosisnya yang dapat berpengaruh secara langsung terhadap imunologi ikan. Selain itu perlu disarankan, dalam penggunaan air yang terkena lumpur lapindo untuk kegiatan budidaya, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu..

Puji syukur penulis persembahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya skripsi dengan judul "Gambaran Imunologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Pada Tambak Desa PenatarSewu yang Terkena Dampak Lumpur Lapindo Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur" ini dapat diselesaikan.

Laporan ini dibuat dan dengan tujuan sebagai pertanggungjawaban kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan serta Universitas Brawijaya dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Selain itu, dengan diselesaikannya laporan ini juga diharapkan bisa membantu masyarakat dalam memperbaiki kualitas perairan dan lingkungan.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca. Selain itu penulis sadar bahwa dalam laporan ini terdapat kekurangan dan belum sempurna. Oleh sebab itu, penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Malang, 27 Juni 2011

Penulis

### **DAFTAR ISI**

Halam	nan
RINGKASANi	
KATA PENGANTARii	
DAFTAR ISIiv	
DAFTAR TABELvi	
DAFTAR GAMBARvi	ii
DAFTAR LAMPIRANvi	
1.4 Kegunaan	1 1 3 3 4 4 5
2.1 Biologi Ikan Bandeng ( <i>Chanos chano</i> )	6 6 8 9 10 11 12 13 13 14 16 17
3.1 Materi Penelitian	19 19 19 19 20 21 21 21 22 23

3.6 Metode Uji Aktivitas Fagositosis	24
3.6.1 Perhitungan Jumlah Makrofag	24
3.6.2 Perhitungan Aktivitas Fagositosis	24
3.7 Metode Parameter Pendukung	25
3.7.1 Suhu	25
3.7.2 Salinitas	25
3.7.3 DO (Dissolved Oxygen)	25
3.7.4 pH	26
3.7.5 Kecerahan	26
3.7.6 TSS (Total Suspended Solid)	26
3.7.7 Phenol	28
3.7.8 COD (Chemical Oxygen Demand)	28
3.8 Analisa Data	29
V/ 23 4/1/2	
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Kondisi Eksternal Ikan Bandeng	31
4.2 Kondisi Imunologi Ikan Bandeng (Chanos chanos)	33
4.2.1 Jumlah Leukosit	33
4.2.2 Jumlah Diferensial Leukosit	35
a. Neutrofilb. Limfosit	36
b. Limfosit	38
c. Monosit	39
4.2.3 Jumlah Sel Makrofag	40
4.2.4 Jumlah Aktivitas Fagositosis dari Sel Makrofag	42
4.3 Kondisi Eksternal Ikan Bandeng (Sidoarjo dan Pasuruan)	44
4.4 Kondisi Kualitas Air	46
5. KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	56

### **DAFTAR TABEL**

Ta	abe	Hala	man
	1.	Hasil Uji Kualitas Air Lumpur pada Luberan dari Pusat Semburan	3
	2.	Hasil-Hasil Penelitian Tentang Efek Lingkungan Terhadap Imunologi Ikan (Komponen Leukosit)	15
	3.	Hasil-Hasil Penelitian Tentang Efek Pencemar Terhadap Imunologi Ikan (Makrofag dan Aktivitas Fagositosis)	18
	4.	Ukuran TL (Total Length) Ikan Bandeng	31
	5.	Morfometrik Ikan Bandeng	32
	6.	Data hasil kualitas air (parameter kimia dan fisika) pada tambak Sidoarjo dan pasuruan	45
	7.	Kesesuaian perairan untuk perikanan berdasarkan nilai padatan tersuspensi (TSS)	48

### DAFTAR GAMBAR

G	Sambar Hala	aman
	1. Ikan Bandeng (Chanos chanos)	6
	2. Struktur imun pada ikan teleostei	11
	3. Ikan Bandeng (Chanos chanos) pada Sidoarjo dan Pasuruan	31
	Perbandingan jumlah total leukosit ikan bandeng dari     Tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan	33
	5. Sel darah putih (leukosit) ikan bandeng dengan perbesaran 400x pada tambak sidoarjo dan pasuruan	33
	6. Penampang sel Diferensial ikan bandeng Yang terkena lumpur lapindo	35
	7. Penampang sel Diferensial ikan bandeng Yang tidak terkena lumpur lapindo	36
	Perbandingan jumlah Neutrofil ikan bandeng dari     Tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan	36
	Perbandingan jumlah limfosit ikan bandeng dari     Tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan	38
	Perbandingan jumlah total monosit ikan bandeng dari     Tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan	
	11. Sel makrofag ikan bandeng	. 40
	12. Perbandingan jumlah sel makrofag ikan bandeng dari Tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan	41
	13 Sel Makrofag	42
	14. Perbandingan jumlah aktivitas fagositosis sel makrofag ikan bandeng dari Tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan	43

### DAFTAR LAMPIRAN

_an	npiran Hala	man
	Kamar Hitung Haemocytometer	56
	Data Hasil Jumlah Sel Darah Putih Ikan Bandeng	57
	3. Data Hasil Jumlah Neutrofil	58
	4 Data Hasil Jumlah Limfosit	58
	5 Data Hasil Jumlah Monosit	58
	6. Data Hasil Jumlah Sel Makrofag	59
	7 Data Hasil Aktivitas Fagositosis	59
	8. Hasil Perhitungan t Student	60
	9. Tabel Distribusi Nilai t	66
	10. Dokumenntasi	67
	11. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	68

### 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tambak yang berada di Desa PenatarSewu sudah dicemari oleh limbah lum pur lapindo dikarenakan air yang ada ditambak mengambil dari salah satu sungai yang berada disekitar area tambak, diantaranya Sungai Avor alo, Sungai Avor alo terletak di Propinsi Jawa Timur, Kabupaten Sidoarjo, merupakan pertemuan antara sungai Kalitengah dan Kalidawir di Kecamatan Tanggulangin. Memiliki panjang sekitar 20 km. Di bagian hulu sungai Avor alo memiliki beberapa sumber pencemar antara lain limbah yang berasal dari persawahan serta buangan domestik. Pada awalnya Sungai Avor alo berfungsi sebagai sumber kegiatan ekonomi masyarakat daerah aliran sungai, antara lain sebagai mata pencaharian nelayan, irigasi pertanian dan pertambakan serta keperluan domestik bagi penduduk.

Air limbah industri, perkotaan maupun rumah tangga akan mengurangi kualitas air tergantung pada besaran polutan dan intensitasnya. Akibat limbah yang paling nyata yaitu penurunan kadar oksigen akibat proses biodegradasi senyawa organik dalam limbah oleh mikroba. Air limbah juga potensial sebagai sumber polutan logam berat, pestisida, dan mungkin pula nitrit (Irianto, 2005).

Untuk mengantisipasi jebolnya tanggul yang lebih parah sehingga membahayakan keselamatan penduduk dan merusak infrastruktur di sekitarnya, maka dibuat skenario pembuangan air lumpur ke Sungai Porong dan Sungai Avor alo menuju laut untuk menjamin keselamatan penduduk di sekitar semburan. Masuknya lumpur panas tersebut ke sungai Avor Alo yang sebelumnya telah mengalami pencemaran oleh limbah domestik, diperkirakan

akan menambah beban polutan pada perairan tersebut, sehingga dapat menimbulkan permasalahan yang serius yaitu terjadinya pencemaran perairan.

Ikan adalah salah satu indikator biologi di suatu perairan. Apabila terjadi perubahan kualitas dari suatu perairan, maka ikan akan memberikan respon terhadap perubahan tersebut. Respon dari ikan ditunjukkan dengan perubahan tingkah laku maupun perubahan fisiologis dari ikan tersebut. Ikan bandeng (*Chanos chanos*) adalah salah satu ikan yang hidup di tambak Desa Penatarsewu. Ikan bandeng memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi.

Imunologi ikan adalah Ilmu yang mempelajari tentang sistem kekebalan atau daya tahan tubuh ikan terhadap lingkungannya. Imunologi dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui tingkat kesehatan dan fisologis ikan. Penyimpangan fisiologis ikan akan menyebabkan komponen-komponen imun juga mengalami perubahan. Salah satu komponen imunologi yang dapat diamati adalah komposisi leukosit (sel darah putih) dan aktivitas fagositosis.

Bencana ekologis nasional lumpur panas yang terjadi di Kabupaten Sidoarjo Propinsi Jawa Timur dimulai pada tanggal 28 Mei 2006 di Banjar Panji-1 milik kegiatan pengeboran PT Lapindo Brantas, Inc. Perkiraan volume semburan Lumpur antara ± 50.000 - 120.000 m³/hari. Dari uji toksikologis diketahui bahwa lumpur Lapindo Brantas mengandung limbah organik berdasarkan studi yang dilakukan oleh Bapedal provinsi jawa timur (Herawati,2007). Baku mutu berdasarkan KepMenLH 42/96, seperti penjabaran pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Lumpur pada Luberan dari Pusat Semburan.

Parameter	Satuan	Baku Mutu *)	Hasil uji
TDS	mg/lt	4.000	91.350
TSS	mg/lt	200	226.100
BOD	mg/lt	150	259
COD	mg/lt	300	600
Phenol	mg/lt	2	5,9
Zn	mg/lt	15	0,45
Ni	mg/lt	0,5	0,22
Pb	mg/lt	1	0,23

<sup>\*)</sup> Baku mutu limbah cair bagi kegiatan minyak dan gas serta panas bumi sesuai KepMenLH 42/96 dalam Herawati (2007)

### 1.2 Rumusan Masalah

- Apa pengaruh lumpur lapindo pada tambak di Desa Penatarsewu terhadap indikator biologi (ikan bandeng) yang dilihat dari komponen imunnya.
- Bagaimana perbedaan kondisi imunologi dari ikan bandeng yang diambil pada tambak Desa Penatarsewu dan ikan bandeng pada keadaan normal (sehat).

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Skripsi ini adalah:

- Untuk mengetahui gambaran imunologi ikan bandeng pada tambak Desa Penatarsewu yang telah dialiri lumpur lapindo.
- Untuk mengetahui perbedaan kondisi imunologi dari ikan bandeng yang yang tercemar lapindo diambil pada tambak di Desa Penatarsewu dan ikan bandeng pada keadaan normal (sehat).

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian Skripsi ini adalah:

- 1. Bagi Mahasiswa, diharapkan dapat menambah pengetahuan, keterampilan, pengalaman kerja di lapangan dan membandingkan teori yang didapatkan di bangku kuliah dengan kenyataan yang ada di lapangan, serta menumbuhkan perhatian khusus terhadap bahaya pencemaran lumpur Lapindo terhadap kelestarian sumberdaya perikanan
- Bagi peneliti atau lembaga ilmiah, sebagai sumber informasi keilmuan dan dasar untuk penulisan ataupun penelitian lebih lanjut tentang imunologi ikan yang terkena dampak lumpur lapindo
- 3. Bagi pihak yang berkepentingan, sebagai informasi dan bahan pertimbangan perumusan kebijakan dalam rangka pelestarian sumberdaya perikanan.

### 1.5 Hipotesa

- H<sub>0</sub>: Diduga ikan bandeng pada tambak yang tidak tercemar lumpur lapindo tidak berpengaruh terhadap jumlah Leukosit, Differensial (Neutrofil,Monosit, dan limfosit), jumlah sel Makrofag, dan aktivitas fagositosis.
- H<sub>1</sub>: Diduga ikan bandeng pada tambak yang tercemar lumpur lapindo berpengaruh terhadap jumlah Leukosit, Differensial (Neutrofil, Monosit, dan limfosit), jumlah sel Makrofag, dan aktivitas fagositosis.

### 1.6 Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada tambak Desa Penatarsewu Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo. Pelaksanaan kegiatan ini dimulai bulan Januari hingga Maret 2011.



### 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan bandeng (Chanos chanos)

Menurut Prahasta (2009), ikan bandeng dapat diklasifikasikan sebagai BRAWIUAL berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Chordata

Class : Actynopterygii

Ordo : Gonorynchiformes

Family : Chanidae

Genus : Chanos

: Chanos chanos **Species** 



Gambar 1. Ikan bandeng (Chanos chanos)

Ikan bandeng merupakan satu-satunya spesies yang masih ada dalam familia Chanidae. Dari data yang diperoleh bahwa, kurang lebih tujuh spesies telah punah dalam lima genus tambahan yang dilaporkan pernah ada.

Ikan bandeng (Chanos-chanos) merupakan ikan laut dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi bagi sebagian masyarakat yang hidup di perairan

pesisir. Namun pada saat ini ikan bandeng tidak hanya dapat dibudidayakan di sekitar perairan pesisir tetapi juga dapat dibudidayakan di perairan tawar, sehingga digolongkan sebagai ikan *euryhaline*. Menurut Prahasta (2009), ikan ini cenderung bergerombol disekitar pesisir dan pulau-pulau dengan koral. Ikan yang muda dan baru menetas hidup dilaut selama 2-3 minggu, lalu berpindah ke rawa-rawa bakau, daerah payau, dan kadangkala di danau-danau. Ikan bandeng baru kembali ke laut kalau sudah dewasa dan bisa berkembang biak, sehingga saat ini sering dijumpai kegiatan budidaya di perairan tawar.

Ikan bandeng termasuk golongan ikan herbivora, yaitu bangsa ikan yang mengkonsumsi tumbuhan yang hidup di air. Teknik pemeliharaan ikan bandeng tidak sulit. Secara tradisional, ikan bandeng hanya dilepas begitu saja di tambak tanpa perlu perawatan maupun pemberiaan pakan yang cukup dapat mengakibatkan ikan bandeng tumbuh dengan cepat dan hasil yang didapat lebih baik (Prahasta, 2009).

Keunggulan komoditas bandeng dibandingkan dengan komoditas lainnya, di antaranya : a) induknya memiliki fekunditas yang tinggi dan teknik pembenihannya telah dikuasai sehingga pasok nener tidak tergantung dari alam; b) teknologi budi dayanya relatif mudah; c) bersifat eurihalin antara. 0-50 ppt; d) bersifat herbivore, tetapi dapat juga menjadi omnivore dan tanggap terhadap pakan buatan; e) pakan relatif murah dan tersedia secara komersial; f) tidak bersifat kanibal sehingga bisa hidup dalam kepadatan tinggi; g) dapat dibudidayakan polikultur dengan komoditas lainnya; secara h) dapat digunakan sebagai umpan bagi industri perikanan tuna dan cakalang; dan, i) dagingnya bertulang, tetapi rasanya lezat dan di beberapa daerah memiliki tingkat preferensi konsumsi yang tinggi (Fish blogs, 2009).

### 2.2 Tambak dan Dampak yang Ditimbulkan Oleh Lumpur Lapindo

Tambak yang berada di Desa PenatarSewu sudah dicemari oleh limbah lum pur lapindo dikarenakan sumber air yang ada ditambak mengambil dari salah satu sungai yang berada di sekitar area tambak, diantaranya Sungai Avor alo, Sungai Avor alo terletak di Desa Penatarsewu, Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, merupakan pertemuan antara sungai Kalitengah dan sungai Kalidawir. Memiliki panjang sekitar 20 km. Masukkan lumpur lapindo tersebut terletak setelah jembatan Ketapang dan sebelum jembatan Gempol Sari (Herawati, 2007). Sungai Desa Kalitengah melewati Desa Penatarsewu yang airnya digunakan sebagai sumber air untuk tambak dan pengairan kegiatan pertanian di wilayah desa tersebut.

Saat ini, kawasan Desa PenatarSewu, Kecamatan Tanggulangin, Sidoarjo sudah terancam luapan lumpur itu, padahal desa itu banyak memiliki tambak bandeng dan udang. Perlahan tapi pasti luapan lumpur itu sudah masuk sungai, sehingga ikan-ikan di sungai itu banyak yang mati (hanyawanita.com, 2010). Menurut Wardhana (1995), Air yang telah tercemar dapat menimbulkan resiko berupa kerugian yang besar bagi manusia, yaitu:

- Air menjadi tidak bermanfaat lagi; karena kualitasnya berubah maka peruntukan air pun berubah.
- Air menjadi penyebab timbulnya penyakit, karena adanya zat-zat kontaminan dan bakteri dalam air dapat membahayakan kehidupan biota perairan serta kesehatan manusia yang berhubungan atau memanfaatkan air tersebut.

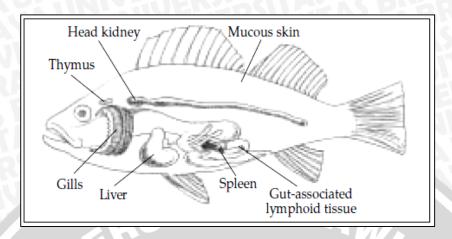
Berdasarkan penelitan yang dilakukan Herawati (2007), Konsentrasi tertinggi phenol yang ditemukan pada Sungai Alo adalah sebesar 1,197 mg/lt atau 1.197 kali melebihi nilai baku mutu, Di dalam penelitian ini media yang diteliti adalah lingkungan badan air yaitu Sungai Aloo yang dialiri oleh air lumpur Lapindo, dimana target reseptor yang pertama dapat terkena risiko adalah biota perairan tersebut. Sedangkan menurut vitanouva.net (2007), dilaporkan bahwa ditemukan banyak ikan mati di sungai yang dialiri lumpur lapindo. Di samping karena kadar garam yang tinggi, kematian ikan juga disebabkan oleh empat faktor. Pertama, karena partikel lumpur yang sangat halus menyumbat insang ikan sehingga menyebabkan ikan mati lemas, kedua lumpur halus yang menutupi dasar sungai menghilangkan tempat ikan bertelur sehingga menghambat perkembangbiakan populasi ikan; ketiga, lumpur menjadikan air keruh dan menurunkan kandungan oksigen sehingga membunuh benih ikan yang rentan terhadap penurunan kualitas air; keempat, lumpur bersuhu tinggi meningkatkan aktivitas metabolisme sehingga membahayakan kehidupan biota perairan.

### 2.3 Stressor Terhadap Sel Imun Ikan

Stres merupakan sebuah keadaan dimana seekor hewan tidak mampu untuk mempertahankan keseimbangan fisiologi dikarenakan oleh beberapa faktor yang memiliki dampak merugikan bagi kelangsungan hidupnya. Stres disebabkan oleh penempatan ikan pada keadaan yang jauh melebihi batas toleransi normal. Beberapa contoh spesifik yang dapat menyebabkan stres disebutkan dibawah ini. Penyebab stress secara Kimiawi 1. Buruknya kualitas air - rendahnya oksigen terlarut, konsentrasi pH yang tidak tepat. 2. Polusi – akibat pencemaran yang disengaja : Pengobatan secara kimiawi - Polusi dadakan : semprotan serangga, tumpahan bahan kimia. 3. Komposisi pakan – jenis protein, asam amino 4. Bahan Nitrogen dan limbah hasil metabolisme lainnya – akumulasi Ammonia dan Nitrit. Stress Kimiawi (Contoh : Proses pengobatan penyakit) sering menyebabkan lendir kehilangan pelindung kimiawi, kehilangan fungsi osmoregulasi, kahilangan bahan pelumas, dan merusak pelindung fisika yang dibentuk oleh lender dan kandungan TSS yang berlebihan mengakibatkan ikan tersebeut stres. Penyebab Stress Secara Biologi 1. Kepadatan populasi – terlalu sesak/padat 2. Adanya jenis ikan lain – Agresi, perebutan wilayah, kebutuhan terhadap ruang gerak renang 3. Adanya Mikroorganisme – Patogen dan Nonpatogen 4. Makroorganisme – Parasit internal dan eksternal. Penyebab Stress Secara Fisika 1. Suhu : ini merupakan pengaruh yang sangat penting pada sistem immunitas ikan. 2. Cahaya 3. Suara 4. Gas-gas terlarut, dan 5. Kandungan Phenol yang berlebihan mengakibatkan ikan tersebut mengalami stres (Ellsaessre et al., 1985) dalam Stoskopf (1993).

### 2.4 Imunologi Ikan

Ikan seperti hewan pada umumnya, memiliki mekanisme pertahanan diri terhadap patogen. Sistem pertahanan tersebut terdiri dari sistem pertahanan konstitutif dan yang diinduksi (*inducible*). Sistem pertahanan konstitutif menjalankan perlindungan secara umum terhadap invasi floral normal, kolonisasi, infeksi dan penyakit infeksi yang disebabkan oleh patogen. Sistem pertahanan konstitutif dikenal pula sebagai sistem pertahanan *innate* (bawaan atau alami) (Irianto, 2005). Immunologi mempelajari tentang sel kompleks dan reaksi kimia yang terjadi inang hewan dalam merespon hubungan dengan agen asing (Agbede *et al.*, 2005).



Gambar 2. Struktur imun pada ikan teleostei (Tort et al., 2003)

Menurut Afrianto dan Evi (1992), sistem imun pada tubuh ikan dapat berubah, tergantung dari efektivitas sel darah putih (leukosit) untuk memakan bakteri dan menurunnya produksi antibodi (protein khas yang dijumpai dalam darah yang berperan membantu sel darah putih untuk menetralkan atau membunuh bakteri).

### 2.5 Leukosit

Menurut Maddy (2010), leukosit merupakan nama lain untuk sel darah putih. Leukosit berfungsi mempertahankan tubuh dari serangan penyakit dengan cara memakan (fagositosis) penyakit tersebut. Itulah sebabnya leukosit disebut juga fagosit. Leukosit mempunyai bentuk yang berbeda dengan eritrosit. Bentuknya bervairasi dan mempunyai inti sel bulat ataupun cekung. Gerakannya seperti Amoeba dan dapat menembus dinding kapiler. Berdasarkan ada/tidaknya granula di dalam plasma, leukosit dibagi menjadi:

- 1. Leukosit bergranula (granulosit)
  - a. Neutrofil

- b. Eosinofil
- c. Basofil
- 2. Leukosit tidak bergranula (agranulosit)
  - a. Limfosit
  - b. Monosit

Sel-sel darah putih bukan merupakan komponen yang tetap dalam darah; sel-sel darah putih bermigrasi ke jaringan, dimana sel-sel darah putih melakukan berbagai fungsi (Junqueira *et al.*, 1995). Sedangkan menurut Kresno (1988), leukosit berada dalam sirkulasi untuk melintas saja; mereka tidak mempunyai fungsi di dalam pembuluh darah.

Leukosit (sel darah putih) mempunyai bentuk lonjong atau bulat, tidak berwarna, dan jumlahnya tiap mm³ darah ikan berkisar 20.000-150.000 butir, serta merupakan unit yang aktif dari sistem pertahanan (imun) tubuh. Sel-sel leukosit akan ditranspor secara khusus ke daerah terinfeksi (Purwanto, 2006 *dalam* Aria, 2008).

### 2.5.1 Neutrofil

Lucky (1977), dalam Salasia et al., (2001), sel neutrofil ikan berbentuk sirkuler atau oval dengan inti relatif kecil, memanjang, oval atau datar dan terwarnai violet. Sitoplasma sel neutrofil ikan tidak menyerap warna, tapi sel kadang-kadang berwarna biru muda.

Menurut Junqueira *et al.* (1995), neutrofil membentuk pertahanan terhadap invasi mikroorganisme, terutama bakteri. Neutrofil merupakan fagosit aktif terhadap partikel kecil dan kadang-kadang disebut mikrofag untuk membedakannya dari makrofag, merupakan sel yang lebih besar.

### 2.5.2 Eosinofil

Eosinofil merupakan fagosit lemah, yang berfungsi sebagai detoksikasi protein sebelum dapat menyebabkan kerusakan dalam tubuh. Eosinofil masuk ke dalam darah dalam jumlah yang cukup besar bila adanya infeksi benda asing (Bijanti, 2005).

Menurut Subowo (2002), jumlah sel eosinofil sebesar 1-3% dari seluruh leukosit atau 150-450 buah per mm³ darah. Ukurannya berdiameter 10-15 μm, sedikit lebih besar dari neutrofil. Intinya biasanya hanya terdiri atas 2 lobi yang dipisahkan oleh bahan inti yang sebagai benang. Butir-butir khromatinnya tidak begitu padat kalau dibandingkan dengan inti neutrofil.

### 2.5.3 Basofil

Plasmanya bersifat basa. Itulah sebabnya plasma akan berwarna biru jika ditetesi larutan basa. Sel darah putih ini akan berjumlah banyak jika terkena infeksi. Basofil juga bersifat fagosit. Selain itu, basofil mengandung zat kimia anti penggumpalan, yaitu heparin (Maddy, 2010).

Pada *Oreochromis niloticus*, basofil berbentuk seperti bola, sitoplasma mengandung granula basofilik dengan variasi ukuran. Inti berbentuk seperti bola dengan bercak ungu. Kadang-kadang garis tepi inti tidak dapat dikenali karena keberadaan granul (Ueda *et al.*, 2001 *dalam* Vonti 2008).

### 2.5.4 Limfosit

Limfosit tidak bersifat fagosit tetapi memegang peranan penting dalam pembentukan antibody. Limfosit pada ikan dibagi menjadi 2 kelompok yang mempunyai fungsi mirip dengan limfosit B dan limfosit T pada mamalia. Fungsi limfosit sendiri adalah sebagai mediator respon imun humoral dan seluler.

Penurunan jumlah limfosit dapat menurunkan konsentrasi antibody dan menyebabkan penurunan pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit. Jumlah limfosit pada ikan dipengaruhi oleh temperatur dan hormonal (Bijanti, 2005).

Menurut Junqueira *et al.* (1995), limfosit dengan garis tengah 6-8 µm dikenal sebagai limfosit kecil. Di dalam peredaran darah terdapat sedikit limfosit sedang dan limfosit besar dengan garis tengah sampai 18 µm. perbedaan ini mempunyai arti fungsional karena limfosit yang lebih besar diduga adalah sel yang telah diaktifkan oleh antigen spesifik.

### 2.5.5 Monosit

Monosit merupakan sel besar yang terdiri dari sitoplasma berwarna biru keabu-abuan hingga biru yang menempati sedikitnya sebagian isi sel. Bentuk intinya bervariasi, mulai dari bulat hingga oval dan bahkan kadang bertakuk atau berlekuk (Feldman *et al.*, 2000 *dalam* Vonti 2008).

Monosit merupakan 5-8% dari jumlah lekosit dalam darah, tetapi yang beredar pada suatu saat hanya merupakan sebagian kecil saja dari seluruh cadangan sel ini. Monosit berasal dari sel induk yang sama dengan granulosit. Sel ini mengalami maturasi di dalam sumsum tulang, berada dalam sirkulasi sebentar kemudian masuk ke dalam jaringan dan menjadi makrofag. Sel ini mampu bergerak, melakukan fagositosis, mensekresi enzim, mengenal partikel dan melakukan interaksi yang kompleks dengan imunogen dan komponen seluler maupun humoral sistem imun (Kresno, 1988).

Berikut hasil-hasil penelitian terdahulu tentang efek lingkungan atau pencemar terhadap komponen leukosit tersaji dalam Tabel 3 sebagai berikut;

**Tabel 2**. Hasil-Hasil Penelitian Tentang Efek Lingkungan Terhadap Imunologi Ikan (Komponen Leukosit)

		Penyebab				
N o.	Spesies	Parameter	Nilai	Eksperimen Laboratorium	Lingkungan	Pustaka
1.	Ikan mas	Leukosit	Sebelum infeksi : 22166 sel/mm³ Setelah infeksi : 25333 sel/mm³	Infeksi Virus KHV	4	Mudjiutami et al., (2007)
2.	Ikan lele dumbo	Leukosit	650000 - 750000 sel/mm <sup>3</sup>		Dikolam budidaya terkena virus infeksi <i>Trypanosoma</i> sp (penyakit anemia)	Alamanda et al., (2006)
3.	Ikan Mas	Indeks Neutrofil	Ikan sehat: 8,11 ± 1,24 Ikan sakit: 34,11 ± 6,36	Ikan sehat dan ikan yang terserang erythrodermatiti s	-	Stosik <i>et al.</i> , (2002)
4.	Ikan lele	Jumlah leukosit	Hari 0 : 28250 sel/ml Hari 20 : 31266,67 sel/ml	Paparan pestisida 0,005 ppm	-	Astuti, (2003)

Berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu pada tentang efek pencemar terhadap komponen leukosit (Tabel 3), dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah sel leukosit setelah infeksi mengalami kenaikan (Mudjiutami *et al.*,2007; Stosik *et al.*,2001; dan Astuti,2003). Hal ini sesuai dengan pernyataan Martins *et al.*, (2009), dari hasil penelitian dapat dijelaskan bahwa adanya hubungan antara kenaikan produksi limfosit saat injeksi bakteri pada ikan dengan perlawanan terhadap infeksi.

### 2.6 Makrofag

Makrofag yaitu sel multifungsional yang aktif dalam sistem kekebalan buatan untuk melawan bakteri patogen dan dapat diaktifkan dengan menaikkan aktifitas antibakteri. Peran utama makrofag yaitu untuk melakukan fagositosis, menghancurkan partikel asing dan jaringan mati, mengolah bahan asing sehingga dapat membangkitkan tanggap kebal. Selain itu makrofag, dapat mengatur reaksi kebal, membuat protein dari sistem komplemen (Tizard, 1987). Makrofag sangat dikhususkan untuk melaksanakan fungsi penelanan dan penghacuran semua benda-benda asing berupa partikel dengan proses endositosis. Makrofag ikan sering terdapat di ginjal, limpa, dan peritoneal (Norum et al., 2005).

Makrofag memiliki sifat seperti halnya sel fagosit yang lain. Sifat-sifat ini merupakan proses perlindungan yang dilakukan oleh sel fagosit terhadap infeksi mikroorganisme. Menurut Guyton (1995), sifat-sifat tersebut antara lain :

 Diapedesis, kemampuan sel fagosit (makrofag) untuk menerobos melalui pori-pori atau melalui sel-sel endotel pembuluh darah, walaupun pori-pori

- ukurannya jauh lebih kecil daripada ukuran sel. Sel yang menerobos pori-pori yang lebih kecil untuk sementara mengecil sampai seukuran pori-pori
- Gerak amoeboid, kemampuan sel fagosit bergerak melalui jaringan atau gerak yang dilakukan oleh sel fagosit ketika melalui jaringan. Beberapa sel fagosit memiliki kemampuan bergerak dengan kecepatan 40 mikron/menit
- 3. Kemotaksis, gerakan yang dilakukan oleh sel fagosit yang diakibatkan oleh adanya sejumlah zat kimia dalam jaringan. Hal ini menyebabkan sel fagosit (makrofag) bergerak menjauhi atau mendekati zat kimia tersebut. Kemotaksis ini bias diakibatkan oleh adanya toksin bakteri dan kerusakan jaringan.
- 4. Fagositosis, proses pencaplokan atau pencernaan bahan asing yang masuk dalam tubuh. Sifat ini merupakan sifat yang terpenting yang dilakukan oleh sel fagosit terutama makrofag.

### 2.7 Aktivitas Fagositosis oleh Sel Makrofag

Fagositosis merupakan kegiatan sel berupa pencaplokan partikel. Fagositosis terjadi ketika bakteri menempel pada permukaan sel fagosit (makrofag). Guyton (1995), menyebutkan bahwa fagositosis akan terjadi tergantung pada tiga keadaan yaitu bila permukaan partikel kasar (memungkinkan peningkatan fagositosis), sebagian besar zat tubuh mempunyai permukaan bermuatan elektronegatif (untuk menolak fagosit yang mempunyai muatan permukaan elektronegatif), tubuh mempunyai cara khusus mengenali benda asing dengan cara membentuk antibodi (*opsonin*).

Fagositosis merupakan bagian penting dalam sistem imun non spesifik untuk mengeliminasi benda asing yang membahayakan hospes, termasuk mikroorganisme penyebab infeksi. Fagosistosis menjadi efisien dengan adanya

**BRAWIJAY** 

antibodi (*opsonin*) yang membungkus permukaan kuman dan mempermudah pencernaan oleh sel fagosit (Jawetz *et al.*, 1982).

Berikut penelitian-penelitian yang berkaitan dengan perubahan makrofag dan aktivitas fagositnya terhadap pencemar pada Tabel. 4;

**Tabel 3**. Hasil-Hasil Penelitian Tentang Efek Pencemar Terhadap Imunologi Ikan (Makrofag dan Aktivitas Fagositosis)

		Penelitian			VIII LES	
N o.	Spesies	Parameter	Nilai	Eksperimen Laboratorium	Lingkungan	Pustaka
1.	Kerapu Tikus (Cromileptes altivelis)	Jumlah dan aktivitas sel makrofag	- Jumlah makrofag (sel/ml): Kontrol: 185.10 <sup>4</sup> A (10 <sup>4</sup> ): 364.10 <sup>4</sup> B (10 <sup>6</sup> ): 405.10 <sup>4</sup> C (10 <sup>8</sup> ): 663.10 <sup>4</sup> - Aktivitas fagositosis: Kontrol: 17% A (10 <sup>4</sup> ): 21% B (10 <sup>6</sup> ): 55% C (10 <sup>8</sup> ): 64%	Infeksi bakteri Vibrio alginolyticus	ATA	Maftuch, (2007)
2.	Mujaer (Tilapia mosambica) Pada organ: -Ginjal -Limpa -Hati	MMC (Melano Macrophage Centres)	Kontrol: 11,25 ± 1,15% Perlakuan: 30,5 ± 2,5% Kontrol: 39,0 ± 1,4% Perlakuan: 64,5 ± 4,9% Kontrol: 7,25 ± 1,1% Perlakuan: 29,5 ±2,12%	Logam berat: cadmium chloride	-	Suresh, (2009)
3.	Nila (Oreochromis niloticus)	Aktivitas fagositosis	Injeksi 10 <sup>3</sup> bakteri : 55,3 ± 9,6% Injeksi 10 <sup>6</sup> bakteri : 55,9 ± 10,2%	Infeksi bakteri Enterococcus sp.	-	Martins <i>et al.</i> , (2009)
4.	Abramis brama	Indeks fagositosis	Dabie Lake: 2.20 ± 0.38% Szczecin Bay: 3.37 ± 0.4%		Di perairan yang berbeda ( <i>Dabie</i> <i>Lake</i> dan <i>Szczecin</i> <i>Bay</i> )	Stosik <i>et al.</i> , (2002)

Berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu tentang efek pencemar terhadap sistem imun (Tabel 4), dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah makrofag dan aktivitas fagositosis setelah infeksi mengalami kenaikan (Maftuch, 2007; Suresh, 2009; dan Martins *et al*, 2009). Hal ini sesuai dengan pernyataan Martins *et al.*, (2009), dari hasil penelitian menunjukan bahwa sistem imun dapat terstimulasi oleh salah satunya dengan mengaktifkan bakteri didalam inangnya. Sedangkan menurut Jordanova *et al.* (2001), makrofag adalah sel yang handal dalam sistem reticuloendothelial, terdapat pada ikan terutama di limpa dan ginjal, dan terdapat lebih sedikit di hati. Dia adalah sel kunci untuk menghadapi material asing.





### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

### 3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengetahui gambaran imunologi dari ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang terdapat pada tambak Desa Penatarsewu yang telah tercemar oleh lumpur lapindo dan ikan bandeng dalam kondisi normal atau tidak tercemar (sehat). Dimana sampel yang diamati hanya 5 ekor ikan bandeng sehat maupun yang tercemar lapindo, pengambilan data dilakukan hanya dalam satu (1) kali.

### 3.2 Metode Penelitian

Jenis metode yang digunakan dalam penelitian Skripsi ini adalah metode penelitian eksplorasi deskriptif. Menurut Nasution (1988) dalam Sugiyono (2005), metode eksplorasi deskriptif yaitu suatu metode untuk memaparkan serta menjelaskan kegiatan atau objek yang diteliti yang berkaitan dengan pengkajian fenomena secara lebih rinci atau membedakannya dengan fenomena yang lain. Penelitian eksplorasi biasanya menjadi kompleks. Penelitian eksplorasi bertujuan (a) memuaskan keingintahuan awal dan nantinya ingin lebih memahami, (b) menguji kelayakan dalam melakukan penelitian/studi mengembangkan metode yang akan dipakai dalam penelitian eksplorasi deskriptif yaitu suatu metode untuk yang lebih mendalam nantinya, dan (c) mengembangkan metode yang akan dipakai dalam penelitian yang lebih mendalam.

### 3.3 Metode Pengambilan Sampel

Sampel yang diamati pada tambak di sidoarjo yang tercemar lumpur lapindo yaitu 5 ekor ikan, begitupun di tambak pasuruan yang tidak tercemar lumpur

lapindo ikan yang diamati 5 ekor ikan bertujuan untuk membandingkan imunologinya dalam satu kali pengambilan sampel.

Untuk menunjang data tersebut diatas, indikator fisika dan kima air juga diamati, seperti kadar DO (*Dissolved oxigen*), pH, suhu, kecerahan, dan salinitas, phenol, COD, dan TSS pada tambak disidoarjo yang tercemar lumpur lapindo dan tambak yang tidak terkena lumpur lapindo di pasuruan dalam satu kali pengambilan. Selain itu data yang perlu diambil dalam mengetahui gambaran imunologi ikan bandeng yaitu jumlah leukosit, jumlah differensial leukosit (Neutrofil, Limfosit, dan Monosit), Jumlah sel makrofag, jumlah aktivitas fagositosis dari sel makrofag

### 3.4 Sumber Data

Menurut Sugiyono (2005), pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai setting, berbagai sumber, dan berbagai cara. Bila dilihat dari sumber datanya, maka pengumpulan data dapat menggunakan sumber primer dan sumber sekunder. Sumber primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data, dan sumber sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen.

### 3.4.1 Data Primer

Pengambilan data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung pada materi penelitian. Untuk menunjang data tersebut diatas, indikator fisika dan kima air juga diamati, seperti kadar DO (*Dissolved oxigen*), pH, suhu, kecerahan, dan salinitas, phenol, COD, dan TSS. Selain itu data yang perlu diambil dalam mengetahui gambaran imunologi ikan bandeng yaitu jumlah leukosit, jumlah differensial leukosit

(Neutrofil, Limfosit, dan Monosit), Jumlah sel makrofag, jumlah aktivitas fagositosis dari sel makrofag.

### 3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak merupakan sumber asli dalam kegiatan penelitian, tetapi merupakan sumber yang dapat dipakai untuk menunjang keberadaan informasi data primer yang dijadikan informasi utama. Meskipun data sekunder merupakan data penunjang, tetapi kepentingan data ini untuk membangun informasi penelitian cukup penting sehingga dibutuhkan. Kepentingan data sekunder adalah untuk membuat (a) latar belakang masalah penelitian (b) informasi alternatif yang dapat dibandingkan dengan informasi primer, sehingga diperoleh 'pemahaman' baru bagi periset. Sehingga laporan penelitian lebih memiliki dukungan data yang dapat memperkuat citra akademis (c) data sekunder dapat dijadikan sumber rujukan utama ketika peneliti hendak menginformasikan hal-hal yang bersifat makro (d) untuk jenis penelitian kepustakaan dan studi kajian buku (referensi), maka data sekunder merupakan informasi utama (Salim, 2009).

### 3.5 Metode Pemeriksaan Leukosit

### 3.5.1 Metode Pengambilan Sampel Darah (Bijanti, 2005)

Teknik ini biasa dipakai untuk pengambilan sampel darah ikan berukuran besar (> 10 cm). Teknik ini mempunyai kelebihan yaitu bias dipergunakan berulang pada satu ikan, dengan menggunakan teknik ini dari seekor ikan dengan berat 200 gram dapat diperoleh darah sebanyak 0,5 – 1 ml dalam setiap minggunya tanpa mengakibatkan kelemahan dan kematian pada ikan.

### Prosedur pelaksanaan:

1. Ikan dibius dengan menggunakan larutan anastesi

- 2. Siapkan spuit insulin lengkap dengan jarumnya, hisap larutan heparin sampai memenuhi seluruh dinding syringe
- 3. Kemudian keluarkan larutan heparin dari spuit, sisakan larutan heparin tersebut sebanyak  $\pm$  50  $\mu$ l da dalam spuit
- 4. Tusukkan jarum / spuit dan jarumnya yang telah berisi larutan heparin pada garis tengah tubuh di belakang sirip anal
- Masukkan jarum ke dalam musculus sampai mencapai tulang belakang (columna spinalis)
- 6. Pastikan tidak ada gelembung air yang masuk ke dalam spuit, kemudian tarik perlahan-lahan sampai darah masuk ke dalam spuit

### 3.5.2 Metode Perhitungan Jumlah Leukosit

Darah ikan yang telah dicampur dengan antikoagulan diambil dengan pipet leukosit sebanyak 0,5 µl kemudian diencerkan dengan larutan turk dalam pipet leukosit sampai menunjukkan angka 11 µl. Setelah itu darah yang telah tercampur dikocok hingga homogen dalam pipet tersebut, lalu buang 2 tetes dimaksudkan agar larutan yang diambil benar-benar larutan yang telah homogen. Kemudian diambil sedikit (20 µl) dan dimasukkan dalam kamar hitung Improved Neubauer dan ditutup dengan cover glass. Lalu hitung jumlah leukosit dengan menggunakan mikroskop cahaya.

- Menghitung Jumlah Sel Leukosit (Bijanti, 2005)
  - Pakailah lensa obyektif kecil dengan pembesaran 10 x. Turunkan lensa kondensor atau kecilkan diafragma. Mikroskop harus diletakkan di meja yang datar
  - Kamar hitung dengan bidang bergarisnya diletakkan dibawah obyektif dan fokus mikroskop diarahkan pada garis-garis bagi tersebut.

- Hitunglah semua leukosit yang terletak pada keempat "bidang besar" (kotak warna hijau) (lampiran 1.).
- 4. Penghitungan dimulai dari sudut kiri atas, terus ke kanan, kemudian turun ke bawah dari kanan ke kiri (pada empat kotak berwarna hijau). Cara seperti ini dilakukan pada keempat "bidang besar"
- 5. Kadang-kadang ada sel-sel yang yang letaknya menyinggung garis batas bidang. Sel yang menyinggung garis batas sebelah kiri atau garis atas haruslah dihitung, sebaliknya sel-sel yang menyinggung garis batas sebelah kanan atau garis bawah tidak boleh dihitung.

### 3.5.3 Metode Pemeriksaan Jumlah Diferensial Leukosit

Untuk pengamatan jumlah diferensial leukosit, hal pertama yang dilakukan adalah membuat film darah tipis. Langkah-langkah pembuatan film darah tipis menurut Suntoro (1983) adalah sebagai berikut : darah diambil dengan pipet tetes. Kemudian tetesan darah tadi diletakkan pada sisi kanan objek gelas A, kira-kira 2,5 cm dari tepi kanan objek gelas. Tariklah objek gelas B sedikit ke belakang, hingga menyentuh tetesan darah pada objek gelas A dan timbul kapilaritas. Setelah terjadi kapilaritas, kemudian doronglah objek gelas B kearah yang betul, yakni ke arah menjauhi sisi kanan objek gelas A, sehingga akan terjadi film darah yang baik.

Sedangkan prosedur pelaksanaan pemeriksaan hitung jenis sel menurut Bijanti (2005), adalah sebagai berikut :

- 1. Buatlah hapusan darah yang tipis
- Keringkan hapusan darah, kemudian fiksasi hapusan darah dengan menggunakan methanol 95% selama 1-2 menit
- Lakukan pengecatan pada hapusan darah yang telah difiksasi dengan pengecatan *Giemsa* atau *May Grunwald*

- Tunggu selama ± 5 menit. Kemudian bilas slide dengan menggunakan air mengalir dan keringkan
- Periksa hapusan darah dibawah mikroskop. Dengan pengecatan giemsa akan tampak gambaran jenis leukosit.

# 3.6 Metode Uji Aktivitas Fagositosis

# 3.6.1 Perhitungan Jumlah Makrofag (Irianto dan Austin, 2002)

Badan ikan diletakkan di papan bedah, selanjutnya digunting mulai dari anus ke depan hingga pangkal opercula. Organ dalam dikeluarkan, ginjal diambil dengan spatula secara aseptis, ditimbang, dihancurkan dengan *tissue grinder*, dan diencerkan RPMI 1640 (Sigma) dengan perbandingan 1:10 yang mengandung 1 μg per 100 ml penstrep (Sigma), 0,2 mg per 100 ml heparin dan 0,1% (v/v) *Foetal Bovine Serum* (FBS, Sigma) (RPMI 1640+) yang disterilkan dengan penyaring bakteri steril (0,22 μm, *Millipore Millex*). Suspense makrofag kemudian diteteskan melalui lekukan atau groove hingga memenuhi bilik hitung. Perhitungan total makrofag dilakukan dengan memeriksa bilik hitung haemasitometer dengan bantuan mikroskop perbesaran sedang (400x) dan makrofag dihitung dalam 4 kotak kecil.

Rumus = rata-rata  $\times 4 \times 10^6 \times 1/\text{fp}$ , dimana fp adalah factor pengenceran

# 3.6.2 Perhitungan Aktivitas Fagositosis (Irianto dan Austin, 2002)

Sisa suspensi sel diteteskan pada objek glass dan diratakan, diinkubasi selama 60 menit pada suhu kamar (26°C). Objek glass kemudian dicuci dengan RPMI 1640+ untuk menghilangkan sel yang tidak melekat, selanjutnya ditambahkan suspense yeast 1,0 ml suspense yeast 10° sel/ml. Diinkubasi pada suhu 26°C selama 45 menit. Kemudian objek glass dicuci 3 kali dengan RPMI 1640+, difiksasi dengan methanol 96% (v/v) dengan dibiarkan selama 3-5 menit pada temperatur ruang, dikeringkan dan ditetesi

dengan larutan giemsa, dibiarkan selama 20-30 menit selanjutnya dicuci dengan air mengalir. Objek glass diperiksa dengan pembesaran mikroskop 400x dan dihitung untuk determinasi perbandingan sel yang menelan yeast. Aktivitas fagositosis dirumuskan sebagai berikut:

PA = (jumlah makrofag yang memfagosit yeast/100 makrofag) x 100%

# 3.7 Metode Parameter Pendukung

#### 3.7.1 Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu menggunakan alat thermometer Hg dengan satuan derajat celcius. Thermometer dimasukkan ke dalam sampel air yang akan diukur suhunya, selama ± 1 menit, kemudian diangkat ke permukaan dan diamati dengan cermat nilai suhu yang ditunjukkan oleh thermometer lalu dicatat hasilnya.

# 3.7.2 Pengukuran Salinitas

Pengukuran kadar garam atau salinitas menggunakan alat refraktometer tipe Atago Hand Refraktometer S/mill E. Sebelum digunakan, terlebih dahulu kaca refraktometer dikalibrasi dengan aquades dan dikeringkan dengan tissue hingga refraktometer menunjukkan angka nol (0). Setelah itu air sampel uji diteteskan pada kaca refraktometer kemudian diarahkan pada sumber cahaya dan diamati angka yang ditunjukkan oleh batas biru sebelah kanan refraktometer dan dicatat hasilnya.

#### 3.7.3 Pengukuran DO (Dissolved Oxygen)

Pengukuran kadar oksigen terlarut yaitu dengan menggunakan DO meter tipe YSI model 58. Pertama-pertama DO meter dinyalakan terlebih dahulu dengan memutar tombol on/off dan ditunggu hingga menunjukkan tulisan zero. Setelah DO meter menunjukkan angka 0,00 (zero), sensor pada DO meter

dimasukkan ke dalam sampel uji. Tombol pada DO meter diputar sehingga menunjukkan tanda pengukuran dengan satuan mg/L. Setelah muncul angka yang tertera pada DO meter, lalu dicatat angka tersebut yang menunjukkan banyaknya oksigen (mg) yang larut per liter air.

#### 3.7.4 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH menggunakan alat pH meter tipe WTW 315i. Sebelum digunakan untuk mengukur, terlebih dahulu pH meter dikalibrasi dengan menggunakan aquades. Setelah dikalibrasi, elektroda pH meter dmasukkan ke dalam sampel uji dan dibiarkan hingga menunjukkan angka yang tetap (indikator tidak berkedip lagi) dan kemudian diamati angka yang tertera pada layar pH meter dan dicatat hasilnya.

# 3.7.5 Kecerahan

Alat yang digunakan adalah secchi disc. Secara pelan-pelan secchi disc dimasukkan/diturunkan ke dalam air hingga batas kelihatan atau batas tidak tampak pertama kali dan dicatat kedalamannya (d<sub>1</sub>). Kemudian secchi disc pelan-pelan ditarik lagi sampai nampak pertama kali dan dicatat kedalamannya (d<sub>2</sub>). Data yang diperoleh dimasukkan rumus :

Kecerahan = 
$$\frac{\text{Kedalaman 1 (d}_1) + \text{Kedalaman 2 (d}_2)}{2}$$

#### 3.7.6 TSS (Total Suspended Solid)

TSS menunjukkan besarnya padatan tersuspensi di dalam air atau limbah.

Metode yang digunakan adalah metode Gravimetri. Adapun prosedur
pengukuran TSS menurut SNI (2004), adalah sebagai berikut:

Persiapan kertas saring atau cawan Gooch

- a. Kertas saring diletakkan pada peralatan filtrasi. Dipasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. Penyedotan dilanjutkan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- b. Kertas saring dipindahkan dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika menggunakan cawan *Gooch* dapat langsung dikeringkan.
- c. Dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama
   1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator lalu ditimbang.
- d. Diulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg
- Penyaringan sampel uji
  - Sampel disaring dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
  - Sampel uji diaduk dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
  - Lalu ambil sampel uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
  - Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Sampel uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
  - Kertas saring dipindahkan secara hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.

- Dikeringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, didinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan ditimbang.
- Diulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan dilakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.
- Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus :

TSS (mg/l) = 
$$(A - B) \times 1000$$
  
Vol. air sampel (ml)

A: Berat kertas saring berisi residu tersuspensi (mg)

B: Berat kertas saring kosong (mg)

#### 3.7.7 **Phenol**

- 1. Disiapkan 50 ml contoh uji air, blanko, dan standar yang telah didestilasi
- 2. Pipet 1,25 ml larutan ammonium hidroksida dan tambahakan tetes demi tetes larutan buffer phospat pada contoh air uji sampai pH 7,9  $\pm$  0,1 lalu kocok
- Pipet 0,5 ml larutan 4-amino antipyrine, kocok dan 0,5 ml larutan kalium ferri sianida, tambahakan pada contoh air uji kemudian kocok dan tunggu 15 – 20 menit
- Ukur konsentrasi pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 500
   nm

# 3.7.8 COD (Chemical Oxygen Demand)

- a. Air sampel diambil sebanyak 10 ml.
- b. Memasukkan air sampel tersebut ke dalam cuvet sebanyak 3 ml.
- c. Menambahkan 0,006 g HgSO<sub>4</sub>

- d. Menambahkan 1,5 ml larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (Kalium Bikromat) 0,1 M.
- e. Menambahkan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + AgSO<sub>4</sub> (Perak Sulfat) sebanyak 4,5 ml.
- f. Menutup cuvet rapat-rapat agar saat dipanaskan cairan yang ada dalamnya tidak keluar.
- g. Memanaskan sampel tersebut di dalam reaktor COD selama 2 jam pada suhu 148 °C.
- h. Setelah itu mendinginkan sampel dan kemudian menuangkannya dalam Erlenmeyer 250 ml.
- i. Menambahkan 1 tetes C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub> sebagai indikator.
- j. Mentitrasi sampel dengan larutan Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>
- k. Cara membuat larutan blanko seperti point 5-12, point 5 diganti dengan aquadest dan catat volume titrasi larutan blanko (VO).
- Cara membuat larutan standard seperti point 5,6,7,10,11,12 tanpa dipanasi, point 5 diganti aquadest dan catat volume titrasi larutan standard (Vt).
- m. Perhitungan:

 $COD = 50.000 \times (VO-VI) ppm$ 

V x Vt

Keterangan : V = Volume sampel

#### 3.8 Analisa Data

Dalam penelitian ini digunakan metode uji t-*dependent*. Uji t-*dependent* merupakan teknik statistik yang digunakan untuk menguji signifikansi dengan cara membandingkan t<sub>o</sub> (t hasil observasi atau t hasil penghitungan) dengan t tabel (harga titik tabel yang tercantum dalam tabel nilai t). t tabel dapat dilihat pada lampiran 6.

Nilai kritis: t α /2; n-1 (untuk uji 2 arah)

t α; n-1 (untuk uji 1 arah)

Penelitian ini menggunakan uji dua arah karena hasil uji menentukan apakah lumpur lapindo berpengaruh terhadap imunologi ikan mujaer atau tidak.

Harga uji statistik:

$$F \text{ hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

F hitung > F tabel → menggunakan uji T yang berbeda nyata

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}}$$

$$t_{tabel} = \frac{\left[ (s_1{}^2/n_1) + (s_2{}^2/n_2) \right]^2}{\left[ (s_1{}^2/n_1)^2/(n_1 - 1) \right] + \left[ (s_2{}^2/n_2)^2/(n_2 - 1) \right]}$$

di mana:

 $\bar{x_1}$  = rata-rata sampel 1  $s_1$  = standar deviasi sampel 1

 $\overline{x_2}$  = rata-rata sampel 2  $s_2$  = standar deviasi sampel 2

 $n_1$  = jumlah sampel 1  $n_2$  = jumlah sampel 2

t = hasil perhitungan

F hitung < F tabel → menggunakan uji T yang tidak berbeda nyata

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

$$S_{p} = \sqrt{\frac{(n_{1} - 1)s_{1}^{2} + (n_{2} - 1)s_{2}^{2}}{n_{1} + n_{2} - 2}}$$

$$S_d = n_1 + n_2 - 2$$

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

# 4.1 Kondisi Eksternal Ikan Bandeng

Ikan bandeng yang diamati adalah ikan yang terkena aliran lumpur lapindo dan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo, masing-masing berjumlah 5 ekor. Masing-masing memiliki ukuran yang berbeda. Berikut ukuran *Total Length* (TL) ikan bandeng yang diukur dari bagian teranterior sampai bagian terposterior dari tubuh ikan.

Tabel 4. Ukuran TL (Total Length) Ikan Bandeng

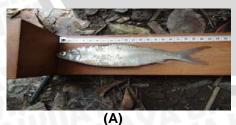
	Ala I
Ikan	TL (cm)
A1	22
A2	21)
A3	23
A4	21
A5	22

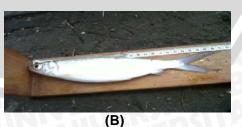
III I	lkan	TL (cm)
	B1	25
7	B2	26
	B3	24
1	B4	27
71000	B5	25

#### Keterangan tabel diatas:

A : Ikan Bandeng yang terkena lumpur lapindo

B: Ikan Bandeng yang tidak terkena lapindo (tambak pasuruan)





Gambar 3. Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang diamati<sup>\*</sup>; (A) Ikan Bandeng dari Tambak Sidoarjo terkenal lumpur lapindo; (B) ikan Bandeng dari tambak Pasuruan yang tidak terkena lumpur lapindo.



Tabel 5. Morfometrik Ikan Bandeng

Ditambak Sidoarjo (Tercemar Lumpur Lapindo)	Ditambak pasuruan (Tidak Tercemar Lumpur Lapindo)
<ol> <li>Bagian luar tubuhnya seperti warna kulit terlihat pucat.</li> <li>Kondisi sisik berkelupas</li> <li>Banyak mengeluarkan lendir</li> <li>Kondisi tubuh tidak sempurna</li> </ol>	<ol> <li>Bagian luar tubuhnya seperti warna kulit tidak terlihat pucat.</li> <li>Kondisi sisik masih utuh.</li> <li>Tidak banyak mengeluarkan lendir</li> <li>Kondisi tubuh sempurna</li> </ol>
	CDA

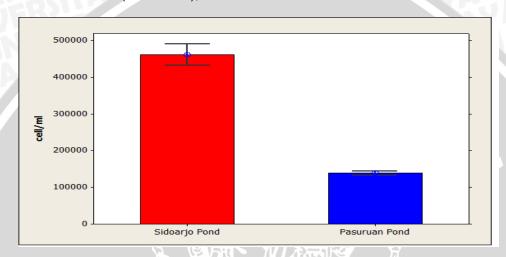
. Menurut Irianto (2005), kulit merupakan penghalang fisik terhadap perubahan lingkungan serta serangan patogen dari luar tubuh. Sedangkan pernyataan Munajat dan Budiana (2003), tubuh ikan sakit terasa licin karena produksi selaput lendir berlebihan. Sedangkan menurut Irianto (2005), mukus memiliki kemampuan protektif bagi hewan antara lain karena : a.) mukus melapisi permukaan tubuh sehingga mempermudah gerakan saat berenang, b.) membentuk lapisan pelindung dari infeksi agensia patogenik, dan mengandung senyawa antimikrobia, c.) melindungi permukaan tubuh dari abrasi, dan d.) berperan dalam proses osmoregulasi.

Berdasarkan dari pengamatan kondisi eksternal dari ikan tersebut, dapat disimpulkan bahwa ikan A terdapat dalam kondisi sakit dibanding ikan B meskipun ikan A telah beradaptasi dan dapat bertahan hidup di tambak tersebut. Pada dasarnya ikan bandeng memiliki rentang toleransi yang cukup luas terhadap perubahan kualitas tempat hidupnya, namun kualitas dari perairan dapat mempengaruhi kondisi dari fisiologis dari organisme air yang tinggal di perairan tersebut.

#### 4.2 Kondisi Imunologi Ikan Bandeng (Chanos chanos)

#### 4.2.1 Jumlah Leukosit

Jumlah leukosit yang diamati adalah jumlah total dari sel darah putih baik agranulosit maupun granulosit. Berikut Grafik perbandingan jumlah leukosit ikan bandeng yang diambil di tambak Sidoarjo dan ikan bandeng yang diambil di tambak Pasuruan (Gambar 4.);



**Gambar 4**. Perbandingan jumlah total leukosit ikan bandeng dari tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan (mean±SD) dengan selang kepercayaan 95%.

#### Keterangan:

A : Ikan Bandeng yang terkena lumpur lapindo

B : Ikan Bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo



Gambar 5. Sel darah putih (leukosit) ikan bandeng dengan perbesaran 400x di bawah mikroskop cahaya; (a) leukosit ikan A; dan (b) leukosit ikan B

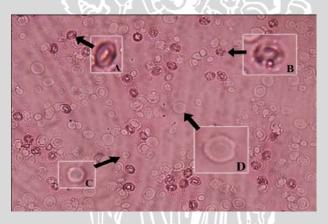
Berdasarkan gambar diatas jumlah leukosit ikan bandeng dihitung pada kotak yang diperbesar 400x pada mikroskop, untuk dapat mengetahui cara menghitung jumlah leukosit terdapat pada lampiran 1.

Berdasarkan dari jumlah leukosit kedua ikan bandeng tersebut diatas, dapat diketahui bahwa rerata jumlah leukosit ikan yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding dengan ikan yang tidak terkena lumpur yaitu 4,61x10<sup>5</sup> ±  $2.35 \times 10^4 \text{ sel/ml} > 1.39 \times 10^5 \pm 3.98 \times 10^4 \text{ sel/ml}$ . Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan uji t berpasangan, didapatkan bahwa jumlah total leukosit ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% ( $t_{hit}$ : 30,09 >  $t_{tab}$ : 2,31). Selain itu, terjadinya perbedaan dalam jumlah total leukosit juga dipengaruhi adanya ritme biologis dari pembentukan sel darah. Hal ini menunjukkan bahwa ikan yang terkena lumpur lapindo memproduksi sel darah putih lebih banyak. Penelitian Stosik et al. (2002) Perubahan jumlah leukosit merupakan indikator yang sensitif pada ikan yang stres. Walaupun respon terhadap lingkungan bervariasi terhadap tipe dan keparahan stres, yang dapat mengacu pada leukopenia yang dihubungkan dengan limfopenia dan kadang neutrofilia, yang mirip dengan respon leukositik klasik pada mamalia yang stres. Leukopenia telah dihubungkan dengan stres oleh beberapa faktor termasuk tingginya temperatur, shock temperatur, kepadatan, transportasi, kurangnya ruang, dan beberapa toxin. Bahkan stres cepat (akibat handling lebih dari 1 menit) dapat menyebabkan limfopenia sementara dan hasil penelitian Astuti, (2003) yang dilakukan pada ikan lele yang di infeksi paparan pestisida 0,005 ppm pada eksperimen laboratorium, pada hari ke 0 sebesar 28250 sel/ml sedangkan pada hari ke 20 sebesar 31266,67 sel/ml, terjadi peningkatan jumlah leukosit pada hari ke 20 dan hasil penelitian Alamanda et al., (2006) yang dilakukan pada ikan lele dumbo dikolam budidaya

yang terinfeksi *trypanosoma* sp yang menyebabkan ikan menderita anemia, jumlah leukosit ikan lele dumbo yang sehat sebesar 65000 sel/mm³ sedangkan yang terinfeksi sebesar 750000 sel/mm³ terjadi peningkatan jumlah leukosit pada ikan lele dumbo yang terinfeksi *trypanosoma* sp (tabel 3).

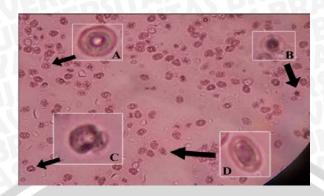
#### 4.2.2 Jumlah Diferensial Leukosit

Diferensial dari sel leukosit yang diamati adalah persentase dari jumlah Neutrofil, Limfosit, dan Monosit. Sedangkan untuk eusinofil dan basofil tidak dihitung karena jumlahnya sangat sedikit dalam sirkulasi darah. Menurut Scombes (1996) dalam Irianto (2005), jumlah eosinofil dan basofil pada ikan teleostei sangat rendah. Berikut gambar diferensial leukosit pada ikan bandeng yang diamati.



Gambar 6. Penampang sel darah ikan A (ikan yang terkena lumpur lapindo), (tanda panah): a.) eritrosit, b.) neutrofil, c.) monosit, d.) limfosit. (Perbesaran 400x)

- (A) Eritrosit: Bentuknya lonjong karena sudah matang /sudah dewasa.
- (B) Neutrofil: Bentuknya agak bulat dan inti selnya agak pudar / tidak jelas.
- (C) Monosit: Bentuknya bulat kecil dan inti selnya agak pudar.
- (D)Limfosit: Bentuknya bulat, warnanya agak pudar dan dinding selnya tidak begitu jelas.



Gambar 7. Penampang sel darah ikan B (ikan yang tidak terkena lumpur lapindo), (tanda panah): a.) eritrosit, b.) monosit, c.) limfosit, d.) neutrofil (Perbesaran 400x)

(A) Eritrosit: Bentuknya bulat karena sudah matang /sudah dewasa.

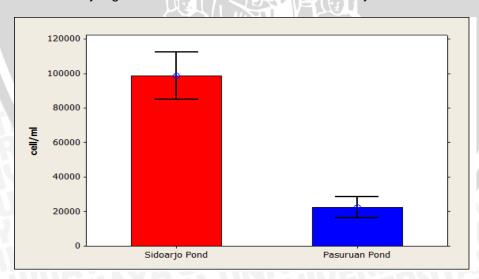
(B) Monosit: Bentuknya bulat kecil dan inti selnya kelihatan.

(C) Limfosit: Bentuknya bulat dan warnanya tidak pudar.

(D) Neutrofil: Bentuknya agak lonjong dan inti selnya kelihatan jelas.

#### a. Neutrofil

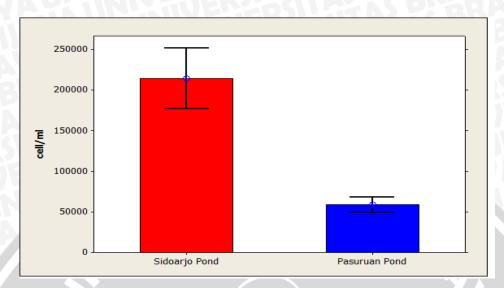
Neutrofil merupakan garis pertahanan pertama yang bergerak cepat ke arah bahan asing dan menghancurkannya, tetapi tidak mampu bertahan lama (Tizard, 1987). Menurut Bullock *et al.*, (1990) *dalam* Samad (2010), jumlah sel neutrofil pada ikan mas yang terinfeksi berkisar 12-48% dan normalnya adalah 11%.



Gambar 8. Perbandingan jumlah neutrofil ikan bandeng dari tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan (mean±SD) dengan selang kepercayaan 95%.

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa rata-rata persentase jumlah neutrofil ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih besar dibanding ikan bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo, yaitu 98680,4 ± 11126,08 sel/ml > 22309,6 ± 4899,748 sel/ml. Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan uji t berpasangan, didapatkan bahwa jumlah neutrofil ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% ( $t_{hit}$ : 14,04 >  $t_{tab}$ : 2,31). Terjadinya peningkatan jumlah sel neutrofil diduga karena adanya pengaruh stres kimiawi yaitu kualitas air buruk dan infeksi bakteri patogen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ellsaessre et al., (1985) dalam Stoskopf (1993) yaitu infeksi penyakit dan kondisi yang stress dapat meningkatkan jumlah neutrofil di dalam darah ikan. Irianto (2005) juga melaporkan, respon sekunder ikan terhadap stres adalah berupa perubahan metabolik, seluler, gangguan osmoregulasi, perubahan gambaran darah dan fungsi imun. Didukung pula oleh hasil penilitian Stosik et al. (2002) pada dua perairan yang berbeda (Dabie Lake dan Szczecin Bay) dimana berdasarkan kualitas airnya Debie Lake termasuk perairan yang tercemar, yaitu nilai neutrofil Dabie Lake lebih tinggi dibanding Szczecin Bay (17.79 ± 2.97% > 13.32 ± 2.14%). Dan penelitian pada ikan mas yang sehat dan ikan mas yang terserang virus erythrodermatitis, indeks neutrofl pada ikan mas yang sehat: 8,11 ± 1,24 sedangkan pada ikan mas yang terserang virus virus erythrodermatitis: 34,11 ± 6,36 dari hasil tersebut menunjukkan bahwa ikan mas yang terserang virus erythrodermatitis indeks neutrofilnya meningkat.

#### b. Limfosit



Gambar 9. Perbandingan jumlah limfosit ikan bandeng dari tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan (mean±SD) dengan selang kepercayaan 95%.

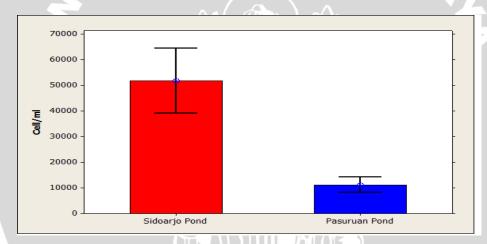
Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa rata-rata persentase jumlah limfosit ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih besar dibanding ikan bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo, yaitu 214186 $\pm$  27036,46 sel/ml > 58754,4  $\pm$  6802,832 sel/ml. Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan uji t berpasangan, didapatkan bahwa jumlah limfosit ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% ( $t_{hit}$ : 23,09 >  $t_{tab}$ : 2,31). Menurut Anderson (1974), nilai standar limfosit berkisar 60 – 80%. Tingginya persentase limfosit dibandingkan dengan persentase monosit dan neutrofil kemungkinan disebabkan oleh kegiatan limfosit dalam memproduksi antibodi untuk menghasilkan kekebalan tubuh (Andayani dan Sukoso, 2007).

Limfosit tidak bersifat fagosit tetapi memegang peranan penting dalam pembentukan antibody. Limfosit pada ikan dibagi menjadi 2 kelompok yang mempunyai fungsi mirip dengan limfosit B dan limfosit T pada mamalia. Fungsi

limfosit sendiri adalah sebagai mediator respon imun humoral dan seluler. Penurunan jumlah limfosit dapat menurunkan konsentrasi antibody dan menyebabkan penurunan pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit (Bijanti, 2005).

#### c. Monosit

Proporsi monosit sangat rendah dalam populasi leukosit, akan tetapi dapat meningkat sekitar 38% dalam waktu singkat bila terjadi infeksi (Andayani dan Sukoso, 2006). Berikut diagram perbandingan jumlah monosit ikan yang terkena lumpur lapindo (Tambak Sidoarjo), dan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo (Tambak Pasuruan).



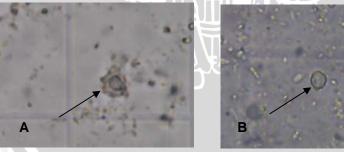
Gambar 10. Perbandingan jumlah Monosit ikan bandeng dari tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan (mean±SD) dengan selang kepercayaan 95%.

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa rata-rata persentase jumlah monosit ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih besar dibanding ikan bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo, yaitu 51758 ± 10229,14 sel/ml > 11152,8 ± 2433,417 sel/ml. Peningkatan jumlah sel monosit diduga karena adanya pengaruh stres kimiawi yaitu kualitas air buruk dan infeksi bakteri patogen. Hal ini didukung oleh hasil penilitian Stosik *et al.* (2002) pada dua perairan yang berbeda (*Dabie Lake* dan *Szczecin Bay*) dimana berdasarkan

kualitas airnya *Debie Lake* termasuk perairan yang tercemar, yaitu nilai monosit *Dabie Lake* lebih tinggi dibanding *Szczecin Bay* (4.16  $\pm$  2.08 > 3.16  $\pm$  0.39). Tetapi, berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan uji t berpasangan, didapatkan bahwa jumlah monosit ikan yang terkena lumpur lapindo tidak berbeda dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% ( $t_{hit}$ :  $1,75 < t_{tab}$ : 2,31). Menurut Stoskopf (1993), jumlah monosit berkisar 2–27%. Rataan persentase monosit dari ikan-ikan tersebut masih berada dalam kisaran nilai normal. Menurut Kresno (1988), sel ini mampu bergerak, melakukan fagositosis, mensekresi enzim, mengenal partikel dan melakukan interaksi yang kompleks dengan imunogen dan komponen seluler maupun humoral sistem imun. Sedangkan menurut Irianto (2005), pertahanan alami utama meliputi sel monosit, makrofag dan leukosit bergranul. Monosit dan makrofag memiliki kapasitas fagositik lebih kuat dibandingkan dengan neutrofil.

# 4.2.3 Jumlah Sel Makrofag

Berdasarkan hasil pengamatan sel makrofag di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x, didapat hasil penampang sel sebagai berikut (Gambar 11.)



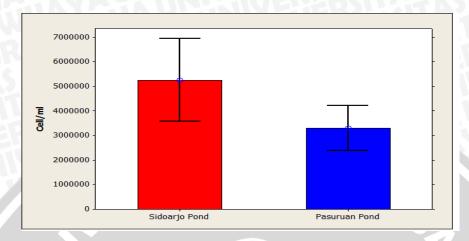
Gambar 11. Sel makrofag ikan bandeng: (A) ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo, (B) ikan bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo

Keterangan gambar 11.

Gambar (A): Bentuknya lebih bergranula (bergerigi), inti selnya ada warna hitamnya karena dia sedang memfagosis.

Gambar (B): Bentuknya tidak lebih bergranula / tidak lebih bergerigi, Inti selnya pudar karena dia tidak sedang memfagosis.

Jumlah sel makrofag setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus rata-rata x 4 x 10 $^6$  x 1/fp, diperoleh hasil;



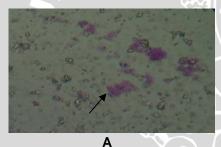
Gambar 12. Perbandingan jumlah sel makrofag ikan bandeng dari tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan (mean±SD) dengan selang kepercayaan 95%

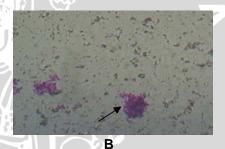
Berdasarkan dari jumlah sel makrofag kedua ikan bandeng tersebut diatas, dapat diketahui bahwa rerata jumlah sel makrofag ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding ikan bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo yaitu  $52,6\times10^5\pm13,5\times10^5$  sel/ml >  $33\times10^5\pm7,34\times10^6$  sel/ml. Peningkatan jumlah dari sel fagosit pada ikan yang terkena lumpur lapindo diduga karena ikan tersebut mengalami stres ditambak Sidoarjo. Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan uji t berpasangan, didapatkan bahwa jumlah sel makrofag ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% ( $t_{hit}$ :  $2,84 > t_{tab}$ : 2,57). Menurut Maftuch (2007), perubahan jumlah sel makrofag menunjukkan bahwa telah terjadi respon imun di dalam tubuh ikan. Kerusakan jaringan menyebabkan terjadinya inflamasi. Proses inflamasi yang terjadi saat itu akan meningkatkan produksi monosit menjadi dua kali lebih banyak. Peredaran monosit dalam darah menjadi lebih singkat, pematangan monosit menjadi makrofag lebih cepat dan segera menuju ke jaringan yang rusak. Makrofag yang merespon pertama kali terhadap antigen

adalah makrofag jaringan. Jumlah makrofag pada kerapu tikus *(Cromileptes altivelis)* yang sehat sebesar 185. 10<sup>4</sup> dan setelah di infeksi bakteri *Vibrio alginolyticus* dengan kadar (10<sup>4</sup>) sebesar 364.10<sup>4</sup>, kadar (10<sup>6</sup>) sebesar 405.10<sup>4</sup> dan kadar (10<sup>8</sup>) sebesar 663.10<sup>4</sup> terjadi peningkatan jumlah sel makrofag pada ikan kerapu tikus yang terinfeksi bakteri *Vibrio alginolyticus* pada eksperimen laboratorium (tabel 4).

#### 4.2.4 Jumlah Aktivitas Fagositosis dari Sel Makrofag

Berdasarkan hasil pengamatan aktivitas sel makrofag dalam memfagosit di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x, didapat hasil penampang sel sebagai berikut (Gambar 13.)



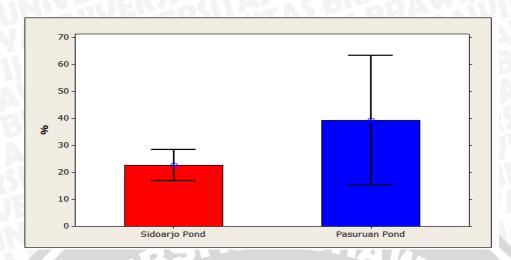


Gambar 13. Sel Makrofag: (A) makrofag saat tidak memfagosit, (B) makrofag saat memfagosit *yeast* 

#### Keterangan gambar 13:

Pada gambar diatas terlihat jelas pada gambar (A) bentuk makrofagnya sedang tidak memfagosit larutan *yeast*, tetapi pada gambar (B) bentuk makrofagnya sedang memfagosit larutan yeast yang berwarna hitam didalam warna ungu.

Aktivitas fagositosis adalah suatu kegiatan yang dilakukan oleh sel-sel fagosit untuk melakukan fagositosis terhadap mikroorganisme dalam sistem kekebalan non spesifik (Jhonny *et al.*, 2005). Fungsi fagositosis pada ikan biasanya dilakukan oleh neutrofil dan makrofag (Maftuch, 2007). Berikut hasil persentase aktivitas fagositosis (Gambar 14.)



Gambar 14. Perbandingan jumlah aktivitas fagositosis sel makrofag ikan bandeng dari tambak sidoarjo dan dari tambak pasuruan (mean±SD) dengan selang kepercayaan 95%

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa rata-rata persentase aktivitas fagositosis ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih kecil dibanding ikan bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo, yaitu 22,8 ± 4,65% < 39,4 ± 19,34%. berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan uji t berpasangan, didapatkan bahwa jumlah aktifitas fagositosis yang terkena lumpur lapindo tidak berbeda dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo dalam taraf 95% ( $t_{hit}$ : 1,86 >  $t_{tab}$ : 2,31). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah sel makrofag dalam memfagosit berhubungan dengan tingkat stres yang dialami ikan. Jumlah dari sel fagositik ikan yang tidak terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding ikan yang terkena lumpur lapindo. Hal ini didukung oleh pernyataan Irianto (2005), stres yang berlangsung lama akan semakin menurunkan efektivitas sistem imun sehingga kemungkinan timbulnya penyakit menjadi tinggi. Selain itu, pendugaan adanya bakteri patogen di lingkungan tambak sidoarjo juga dapat mempengaruhi aktivitas fagositosis. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mudjiutami et al. (2007), yaitu penurunan aktivitas fagositik diduga karena adanya infeksi virus KHV yang menyebabkan beban kerja sel fagositik menjadi lebih besar, sehingga kemampuan memfagositosis bakteri

secara invitro menjadi menurun. Anderson dan Siwicki (1993), melaporkan bahwa aktivitas fagositosis yang dilakukan oleh sel-sel leukosit akan meningkat pada awal infeksi dan mengalami penurunan pada infeksi kronis.

Menurut Leeson *et al.*, (2005), peristiwa fagositosis diawali dengan adanya kontak antara membrane sel dengan partikel (toksin) akan mengaktifkan sistem flavoenzim pada membrane NADP (*Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phospate*) oksidase, sehingga terbentuklah *reactive oxygen intermediates* (ROI). NADP oksidase akan bereaksi dan membentuk anion superoksida (O<sub>2</sub><sup>-</sup>). Anion superoksida (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) dengan bantuan katalisator superoksida dismutase (SOD) menjadi hidrgogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Masing-masing produk tersebut yaitu anion superoksida (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), dan radikal hidroksil (OH), bersifat toksit bagi antigen.

# 4.3 Kondisi Eksternal ikan bandeng (Sidoarjo dan Pasuruan)

Berdasarkan hasil pengamatan kondisi eksternal ikan meliputi sisik dan mukus ikan, dapat diketahui bahwa ikan bandeng yang diambil di tambak yang tercemar lumpur lapindo dalam kondisi sakit dibanding ikan yang diambil di tambak pasuruan yang tidak tercemar lumpur lapindo. Padahal jika dibandingkan dengan kondisi imunnya, ikan bandeng di tambak yang tercemar lapindo terdapat dalam kondisi imun yang lebih tinggi dibanding dengan ikan bandeng di tambak yang tidak tercemar lumpur lapindo. Hal ini berhubungan dengan tingkat ekspresi genotip dan fenotip dari ikan. Kondisi *genotip* (sel) dapat mempengaruhi kondisi *fenotip* (fisik) ikan tetapi membutuhkan waktu yang relatif lama untuk mengekspresikannya. Sehingga ikan bandeng yang berada pada tambak yang tercemar lumpur lapindo terlihat dalam kondisi tidak sehat dibanding ikan bandeng pada tambak yang tidak tercemar lumpur lapindo.

Berdasarkan dari pengamatan parameter imunologi yang dilakukan pada kedua ikan bandeng dapat diketahui bahwa komponen imun ikan yang terkena lumpur lapindo berbeda dengan ikan yang tidak terkena lumpur. Hal ini menunjukkan bahwa ikan yang terkena lumpur lapindo memproduksi sel imun lebih banyak dibanding ikan yang tidak terkena lumpur lapindo. Terjadinya perbedaan dalam jumlah imun dipengaruhi adanya ritme biologis dari pembentukan sel darah. Selain itu, pembentukkan sistem imun dari ikan bergantung pada lamanya ikan tersebut berinteraksi dengan pencemar atau material asing lainnya. Selain itu, Astuti (2003) juga melaporkan dalam hasil penelitiannya pada ikan lele yang dipapar pestisida 0,005 ppm selama 20 hari, menunjukan bahwa jumlah leukosit meningkat pada hari ke-5 dan menurun pada hari ke-10 dan ke-15, tetapi kembali meningkat pada hari ke-20. Didukung pula oleh hasil penilitian Stosik et al. (2002) pada ikan Abramis brama di dua perairan yang berbeda (Dabie Lake dan Szczecin Bay) dimana berdasarkan kualitas airnya Debie Lake termasuk perairan yang tercemar, yaitu jumlah hematologi dan imunologi ikan di Dabie Lake lebih tinggi dibanding Szczecin Bay.

# 4.4 Kondisi Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur untuk menunjang data primer adalah parameter fisika dan kimia. Berikut data hasil dari pengukuran di lapang :

Tabel 6. Data hasil kualitas air (parameter kimia dan fisika) Di Tambak Sidoarjo dan Pasuruan.

THE	BURG	Hasil	Hasil		*Referensi
No.	Parameter	pengukuran	pengukura	Nilai Baku	
140.	Farameter	di tambak	n di tambak	Mutu*	
411		Sidoarjo	Pasuruan		
1.	DO	6,8 mg/L	8,9 mg/L	6-7 mg/L	Effendie (2003)
2.	рН	8,4	8,6	6-9	PP No. 82 Tahun
					2001
3.	Salinitas	7 ppt	6 ppt	< 0,5 ppt	Effendi (2003)
4.	Suhu	29 °C	35 °C	20-30°C	Effendi (2003)
5.	TSS	69,8 mg/L	26,2 mg/L	< 25	-Tidak pengaruh -
				25-80	-Sediki pengaruh
		7,00	3/8	81-400	-Kurang baik bagi
					perikanan
				> 400	-Tidak baik bagi
		8 6			perikanan
					( Effendie, 2003).
6.	COD	44 mg/L	28 mg/L	50 mg/L	sda
7.	Phenol	0,12 mg/L	0,15 mg/L	0,001 mg/L	sda
				2 mg/L	-Baku Mutu Air
		A L			Limbah Kegiatan
			/\		Eksplorasi dan
		Sir.			Produksi Migas
					dari Fasilitas
					Darat (On-Shore)
			444		dengan metode
					SNI 06-6989.21-
112					2005 sesuai
					Peraturan Menteri
					Negara
					Lingkungan Hidup
WA					No. 04/2007

Oksigen terlarut (DO) pada tambak sidoarjo yang tercemar lapindo 6,8 mg/liter, sedangkan pada tambak pasuruan yang tidak tercemar lapindo 8,9 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi kandungan oksigen masih berada

pada kisaran yang baik untuk kegiatan pembesaran ikan bandeng. Menurut Cahyono (2000) Oksigen sangat diperlukan untuk pernafasan dan metabolisme ikan dan jasad-jasad renik dalam air. Kandungan oksigen yang tidak mencukupi kebutuhan ikan dan biota lainnya dapat menyebabkan penurunan daya hidup ikan. Kandungan oksigen terlarut dalam air yang cocok untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan berkisar antara 4 ppm – 7 ppm.

Nilai pH sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ia mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi dari beberapa bahan di dalam air. Selain itu ikan dan mahluk-mahluk akuatik lainnya hidup pada kisaran pH tertentu, sehingga dengan diketahuinya nilai pH maka kita akan tahu apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk menunjang kehidupan mereka. Menurut Amri (2003), derajat keasaman (pH) yang baik untuk budidaya ikan bandeng adalah pH normal (5 – 9). Pada tambak sidoarjo yang terkena lumpur lapindo terdapat pH 8,4, sedangkan pada tambak pasuruan yang tidak terkena lumpur lapindo 8,4. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi air pada tambak pembesaran ikan bandeng masih berada pada kisaran yang baik atau normal untuk kegiatan pembesaran.

Menurut ECOTON (2006), kadar garam (salinitas) lumpur sangat tinggi, sehingga bersifat asin dengan salinitas 38-40 ppt yang dapat membunuh biota air tawar jika dibuang ke sungai dan merusak kesuburan lahan pertanian produktif. Nilai salinitas pada tambak sidoarjo yang terkena lumpur lapindo 7 ppt, sedangkan pada tambak pasuruan yang tidak terkena lumpur lapindo yaitu 6 ppt. Nilai *Total Suspended Soil* (TSS) pada tambak sidoarjo yang terkena dampak lumpur lapindo 69,8 mg/L, sedangkan pada tambak pasuruan yang tidak terkena lumpur lapindo 26,2 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan TSS pada tambak pembesaran ikan bandeng sedikit berpengaruh untuk kegiatan pembesaran. Menurut Effendi

(2003), Kesesuaian perairan untuk kepentingan perikanan berdasarkan Nilai Padatan Tersuspensi (TSS) ada pada tabel 7 dibawah ini :

Tabel 7. Kesesuaian Perairan Untuk Perikanan Berdasarkan Nilai Padatan Tersuspensi (TSS)

Nilai TSS (mg/liter)	Pengaruh Terhadap Kepentingan Perikanan
< 25	Tidak Berpengaruh
25 – 80	Sedikit Berpengaruh
81 – 400	Kurang baik bagi kepentingan perikanan
>400	Tidak baik bagi kepentingan perikanan

Nilai phenol di tambak sidoarjo yang terkena lumpur lapindo 0,12 mg/L, sedangkan pada tambak pasuruan 0,15 mg/L. Menurut Herawati (2007), phenol merupakan senyawa berwarna merah muda yang mudah masuk dalam kulit sehat dan menimbulkan rasa terbakar. Keracunan menyebabkan gejala gastro-intestinal, sakit perut, kelainan koordinasi bibir, mulut dan tenggorokan. Dapat pula terjadi perforasi usus. Keracunan khronis menimbulkan gejala gastro-intestinal, sulit menelan dan hipersalivasi, kerusakan ginjal dan hati dan dapat pula diikuti kematian.

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

# 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil dari pengukuran kualitas air pada tambak sidoarjo dan pasuruan tidak jauh berbeda antara lain sebagai berikut: suhu pada tambak sidoarjo 29 °C, sedangkan tambak pasuruan 35°C, pH pada tambak sidoarjo 8,4, sedangkan tambak pasuruan 8,6, salinitas tambak sidoarjo 6 ppt, sedangkan tambak pasuruan 7 ppt, DO pada tambak sidoarjo 6,8 mg/L, sedangkan tambak pasuruan 8,9 mg/l, TSS pada tambak sidoarjo 26,2 mg/l, sedangkan tambak pasuruan 69,8 mg/l, COD pada tambak sidoarjo 28 mg/l, sedangkan tambak pasuruan 44 mg/l, dan phenol pada tambak sidoarjo 0,12 mg/l, sedangkan tambak pasuruan berkisar 0,15 mg/l.
- Hasil rata-rata jumlah leukosit pada tambak sidoarjo lebih besar dan berbeda nyata yaitu 461.000 sel/ml, pada tambak pasuruan yaitu 139.040 sel/ml, dan hasil rata-rata jumlah diferensial meliputi Neutrofil pada tambak sidoarjo lebih besar dan berbeda nyata yaitu 98680,4 sel/ml, pada tambak pasuruan 22309,6 sel/ml, Limfosit pada tambak sidoarjo lebih besar dan berbeda nyata yaitu 461.000 sel/ml, pada tambak pasuruan 139.040 sel/ml, Monosit pada tambak sidoarjo lebih besar dan berbeda nyata yaitu 51758 sel/ml, pada tambak pasuruan 11152,8 sel/ml, sedangkan hasil rata-rata jumlah sel makrofag pada tambak sidoarjo lebih besar dan berbeda nyata yaitu 52,6 sel/ml, pada tambak pasuruan yaitu 33 se/ml, sedangkan Aktivitas fagositosis pada tambak sidoarjo lebih

rendah dan tidak berbeda nyata yaitu 22,8 %, pada tambak pasuruan 39,4 %,

- Hasil perhitungan uji t rata-rata jumlah leukosit ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding dengan ikan bandeng yang tidak terkena lumpur yaitu 4,61x1<sup>05</sup> ± 2.35x1<sup>04</sup> sel/ml > 1.39x1<sup>05</sup> ± 3.98x1<sup>04</sup> sel/ml (thit: 30,09 > ttab: 2.31), menunjukkan bahwa jumlah leukosit yang terkena lumpur lapindo berbeda nyata dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo.
- Hasil perhitungan uji t rata-rata Diferensial leukosit ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding dengan ikan bandeng yang tidak terkena lumpur yaitu neutrofil 98680,4  $\pm$  11126,08 sel/ml > 22309,6  $\pm$  4899,748 sel/ml ( $t_{hit}$ : 14,04 >  $t_{tab}$ : 2.31) berbeda nyata; limfosit 214186 $\pm$  27036,46 sel/ml > 58754,4  $\pm$  6802,832 sel/ml ( $t_{hit}$ : 23,09 >  $t_{tab}$ : 2.31) berbeda nyata; dan monosit 51758  $\pm$  10229,14 sel/ml > 11152,8  $\pm$  2433,417 sel/ml ( $t_{hit}$ : 1,75 <  $t_{tab}$ : 2.31 tidak berbeda nyata.
- Hasil perhitungan uji t rerata jumlah sel makrofag ikan bandeng yang terkena lumpur lapindo lebih banyak dibanding ikan bandeng yang tidak terkena lumpur lapindo yaitu 52,6x10<sup>5</sup> ± 13,5x10<sup>5</sup> sel/ml > 33x10<sup>5</sup> ± 7,34x10<sup>5</sup> sel/ml (t<sub>hit</sub>: 2,84 > t<sub>tab</sub>: 2.57), menunjukkan bahwa jumlah sel makrofag yang terkena lumpur lapindo berbeda nyata dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo.
- Hasil perhitungan uji t rerata jumlah aktivitas fagositosis menunjukkan bahwa ikan yang terkena lumpur lapindo lebih rendah dibanding ikan yang tidak terkena lumpur lapindo yaitu 22,8 ± 4,65% < 39,4 ± 19,34% (t<sub>hit</sub>: 1,86 > t<sub>tab</sub>: 2.31), menunjukkan bahwa jumlah sel makrofag yang

terkena lumpur lapindo tidak berbeda nyata dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo.

# 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berkenaan dengan penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kandungan dari lumpur lapindo serta jumlah dosisnya yang dapat berpengaruh secara langsung terhadap imunologi ikan. Selain itu perlu disarankan, dalam penggunaan air yang terkena lumpur lapindo untuk kegiatan budidaya, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu.



#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Afrianto, E. dan Evi, L. 1992. Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan. Kanisius. Yogyakarta
- Alamanda, I. E., Noor S. H., Agung B. 2007. Penggunaan Metode Hematologi dan Pengamatan Endoparasit Darah untuk Penetapan Kesehatan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) di Kolam Budidaya Desa Mangkubumen Boyolali. *Jurnal Biodiversitas* 8 (1): 34-38
- Aria, P. 2008. Darah Ikan. <a href="http://maswira.wordpress.com/darah\_ikan">http://maswira.wordpress.com/darah\_ikan</a>. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- Agbede, S.A., Olanike K.A., Olufemi B. A., Abdulkadir U.J. 2005. Ultrastuctural Study of the Phagocytic Activities of Splenic Macrophages in Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *African Journal of Biotechnology* Vol. 5 (22), pp. 2350-2353
- Astuti, A. B. 2003. Interaksi Pestisida dan Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*Pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.). Skripsi Jurusan Budidaya Perairan
  Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
- Anderson, D. P. 1974 Fish Immunology In Disease of Fishes. Ed. S. F. Snieszko dan H. R. Axelrod. T. F. H. Publications Inc. Ltd. U.S.A.
- \_\_\_\_\_, and A. Siwicki. 1993. Basic Hematolog and Serology for Fish Health.

  Programs Paper Presented in Second Symposium on Disease in Asia
  Aquaculture Aquatic Animal Health and The Environment Phuket,
  Thailand. 25-29th October 1993.
- Andayani, S., dan Sukoso. 2006. Pengaruh Pemberian Senyawa Aktif Alkaloid Ubur-ubur (Bougainvillia sp) Terhadap Perubahan Hematologi Darah Kerapu Macan (Epinephelus fuscoguttatus) Setelah Diinfeksi Vibrio harveyi. Prosiding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan: 87-95
- Bijanti, R. 2005. Hematologi Ikan (Teknik Pengambilan Darah dan Pemeriksaan Hematologi Ikan). Bagian Ilmu Kedokteran Dasar Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya
- Budidaya-di.blogspot.com. 2009. Budidaya Ikan Bandeng. <a href="http://budidaya-ikan-bandeng.html">http://budidaya-ikan-bandeng.html</a>. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- Budiyanto, A. K. 2002. Mikrobiologi Terapan. UMM Press. Malang
- Bullock, Graham H., David A. Conroy and S. F. Snieszko. 1990. Bacterial Disease of Fishes. Handbook of Fish of Fish Disease Cahyono, B. 2000. Budi Daya Ikan Air Tawar. Penerbit Kanisius. Yogyakarta

- Ellsaesser, C. F., Miller, N. W., and Cuchens, M. A. 1985. Analysis of channel catfish peripheral blood leukocytes by bright-field microscopy and flow cytometry. Trans . am. Fish. Soc. 114:279-285
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta
- ECOTON. 2006. Bencana Baru di Kali Porong. <a href="http://www.ecoton.or.id/tulisanlengkap.php?id=1783">http://www.ecoton.or.id/tulisanlengkap.php?id=1783</a>. Diakses tanggal 25 Desember 2010
- Guyton, A. 1995. Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit. Alih bahasa: Petrus Andrianto. Penerbit Buku Kedokteran ECG. Jakarta
- Hanyawanita.com. 2010. Wapres Tinjau Lokasi Lumpur Panas. http://www.hanyawanita.com/\_hot\_news/article. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- Herawati, N. 2007. Analisis Risiko Lingkungan Aliran Air Lumpur Lapindo Ke Badan Air (Studi Kasus Sungai Porong dan Sungai Aloo-Kabupaten Sidoarjo). Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang
- Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Irianto, A. and B. Austin. 2002. Use of Probiotic to Control Furunculosis in Rainbow Trout, *Oncorhhynchus myki*ss (Walbaum). Journal of Fish Disease 25: (333-342)
- Iqbal, M. 2008. Hewan Makrobentos dan Diatom Perrifiton. <a href="http://iqbalali.com">http://iqbalali.com</a>. Diakses tanggal 15 Desember 2010
- Jawetz, E., Melnick, and Adelberg. 1982. Review Of Medical Microbiology. Diterjemahkan: Gerard Bonang K. C. V. EGC. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta
- Junqueira, L. C., Jose C., Robert O. K 1995. Histologi Dasar. Terjemahan oleh Dr. Jan Tambayong. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta
- Jordanova, M., Katerina R., Nada M., and Eduardo R. 2001. Evaluating pigmented macrophages as biomarkers for fish health and environmental pollution: avidence of natural seasonal fluctuations in Ohrid trout (*Salmo letnica* Kar.). Coresponding author. Email: majaj.iunona.pmf.ukim.edu.mk
- Kresno, S. B. 1988. Pengantar Hematologi dan Imunohematologi. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta
- Khairuman dan K. Amri. 2003. Budi Daya Ikan Nila Secara Intensif. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Lagler, K. F., J. Bardach, R. R. Miller and D. R. M. Passino. 1977. Ichthyology.

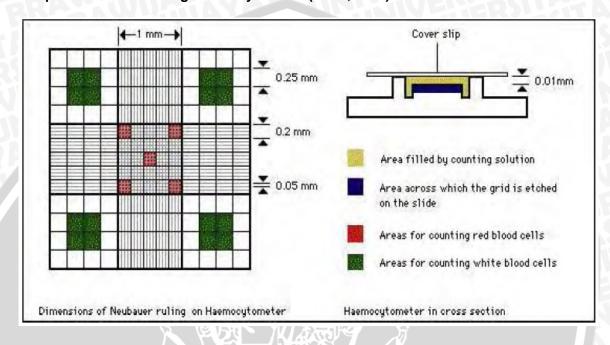
- John Willey and Sons, Inc. NY. London
- Leeson, R., Leeson, T., dan Paparo, A. 1989. Buku Ajar Histologi. Penerjemah: Koespati Siswojo; Jan Tambahjong; Sugito Wonodirekso; Isnaini A Suryono; Tanzil Soeharto. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta
- Maddy K. 2010. Leukosit. <a href="http://id.shvoong.com/tags/leukosit">http://id.shvoong.com/tags/leukosit</a>. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- Martins, ML., Felipe N.V., Gabriela T.J., Jose L.P.M., Geovana D., Gisele M. S., Adolfo J.M.B., Fabiola S.P., Celso C.B, N., Gilberto P.Jr. 2009. Leukocyte Response and Phagocytic Activity in Nile tilapia Experimentally Infected with *Enterococcus* sp. *Braz. J. Biol.*, 69(3): 957-962.
- Mudjiutami, E., Ciptoroso, Zainun Z., Sumarjo, Rahmat. 2007. Pemanfaatan Immunostimulan Untuk Pengendalian Penyakit Pada Ikan Mas. *Jurnal Budidaya Air Tawar* 4 (1): 1-9
- Maftuch. 2007. Paparan *Vibrio alginolyticus* Terhadap Histopatologi Usus Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) dan Peningkatan Jumlah Serta Aktivitas Sel Makrofag. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 10 (1): 66-70
- Munajat, A., dan N. S. Budiana. 2003. Pestisida Nabati untuk Penyakit Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta
- Price, D.R.H. 1879. Fish as Indicators of Water Quality. John Wiley and Sons. Chicester. Toronto.
- Prahasta, Arief. 2009. Agribisnis Bandeng. CV. Pustaka Grafika. Bandung.
- Ridwan. 2003. Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian (Cetakan Ke-2).

  Alfabeta. Bandung
- Salim, A. 2009. Deskripsi Dan Interpretasi. <u>www.ktiguru.org</u>. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- Subowo. 2002. Histologi Umum. Edisi 1. Bumi Aksara. Jakarta
- Sugiyono. 2005. Memahami Penelitian Kualitatif. Alfabeta. Bandung
- Suntoro, H. 1983. Metode Pewarnaan (Histologi & Histokimia). Penerbit Bhrata Karya Aksara. Jakarta
- Salasia, S. I. O., Dewi S., Atik R. 2001. Studi Hematologi Ikan Air Tawar. Jurnal Biologi 2(12): 710-723

- Stosik, M., Deptula W., Tokarz B.D. 2002. Selected Immunological and Haematological Indices in Breams (*Abranis brama*) Inhabiting Various Aquatic Ecosystem. *Polish Journal of Environmental Studies* 11(3): 273-277
- Sudjana. 2002. Metoda Statistika. Tarsito. Bandung
- SNI. 2004. Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*, TSS) secara gravimetri. Badan Standardisasi Nasional SNI 06-6989.3-2004
- Suresh, N. 2009. Effect of cadmium chloride on liver, spleen and kidney melano macrophage centres in *Tilapia mosambica*. Journal of Environmental Biology 30(4): 505-508
- Stoskopf, M. K. 1993. Fish Medicine. W. B. SAUNDERS COMPANY. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. Maryland
- Tort, L., Balasch J.C., Mackenzie S. 2003. Fish Immune System. A Crossroads Between Innate and Adaptive Response. *Inmunología* 22 (3): 277-286
- Tizard, I. 1987. Pengantar Imunologi Veteriner. Penerjemah: Soeharjo. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Vitanouva.net. 2007. <u>Ekosistem Air Tawar Kali Porong Rusak Karena Lumpur Lapindo</u>. <u>http://www.vitanouva.net/index</u>. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- Vonti, O. 2008. Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Strain Sinyonya Yang Berasal Dari Daerah Ciampea-Bogor. Skripsi Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wardhana, W. A. 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Edisi Revisi. Penerbit Andi. Yogyakarta

# **LAMPIRAN**

Lampiran 1. Kamar Hitung Haemocytometer (Vonti, 2008)



Lampiran 2. Data Hasil Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit) Ikan Bandeng

Parameter	Satuan	Ulangan	Jumlah dari Ikan di Tambak		
T didinotor	Gataan	Clarigan	Sidoarjo	Pasuruan	
3RAAA		1	425600	133000	
Jumlah Total	Sel/ml	2	477200	139000	
Leukosit		3	479600	136600	
		4	447800	142800	
	,a51	5	474800	143800	
	Rerata		461000	139040	
Sta	andart Deviasi		23591,52	3980,754	



Lampiran 3. Data Hasil Jumlah Neutrofil Pada Tambak Sidoarjo dan Pasuruan

Parameter	Satuan	Ulangan	Jumlah dari Ikan di Tambak		
Tarameter	Satuan	Clarigan	sidoarjo	Pasuruan	
	TINLATO	1	85120	21280	
		2	100212	16680	
Neutrofil	Sel/ml	3	91124	19124	
		4	102994	25704	
in SILL		5	113952	28760	
TU	Rerata	TAS	98680,4	22309,6	
5	Standart Deviasi		11126,08	4899,748	

# Lampiran 4. Data Hasil Jumlah Limfosit Pada Tambak Sidoarjo dan Pasuruan

Parameter	Satuan	Ulangan	Jumlah dari Ikan di Tambak	
Farameter	Satuan	Olarigan	Sidoarjo	Pasuruan
		1	170240	51870
		2	195652	51430
Limfosit	Sel/ml	5(13· Y	239800	60104
	( ) (	4 ( )	237334	69972
		5	227904	60396
	Rerata	1. New	214186	58754,4
5	Standart Deviasi	2116	27036,46	6802,832

# Lampiran 5. Data Hasil Jumlah Monosit Pada Tambak Sidoarjo dan Pasuruan

Parameter	Satuan	Ulangan	Jumlah dari Ikan di Tambak	
raiametei	Satuari	Olarigan	Sidoarjo	Pasuruan
		1	42560	10640
		2	42948	8340
Monosit	Sel/ml	3	57552	9562
		4	49258	14280
		5	66472	12942
	Rerata	BHT	51758	11152,8
S	Standart Deviasi	AUA	10229,14	2433,417

Lampiran 6. Data Hasil Jumlah Makrofag Pada Tambak Sidoarjo dan Pasuruan

Parameter	Satuan	Ulangan	Jumlah dari Ikan di Tambak		
			Sidoarjo	Pasuruan	
PERRA		1	76	31	
	13	2	52	42	
Makrofag	Sel/ml	3	48	34	
HITT		4	44	22	
	05	5	43	36	
7/	Rerata		52,6	33	
S	tandart Deviasi		13,55729	7,348469	

Lampiran 7. Data Hasil Jumlah Aktivitas Fagositosis Pada Tambak Sidoarjo dan Pasuruan

Parameter	Satuan	Ulangan	Jumlah dari Ikan di Tambak	
T didillotoi	Galdan Giangan _		Sidoarjo	Pasuruan
	(3)	TEL E	20	25
		2	19	22
Aktivitas Fagositosis	%	3	20	55
		J 4	30	65
		5	25	30
	Rerata		22,8	39,4
S	tandart Deviasi	o to	4,658326	19,34683

# Lampiran 8. Hasil Perhitungan t Student

#### a. Jumlah Leukosit

$$\mathsf{F}_{\mathsf{hit}} = \frac{\mathit{Sd}_{1}^{2}}{\mathit{Sd}_{2}^{2}} = \frac{23591^{2}}{3980^{2}} = \frac{556535281}{15840400} = 35,13$$

 $F_{tab} = 6.39 \text{ maka } F_{hit} > F_{tab}$ 

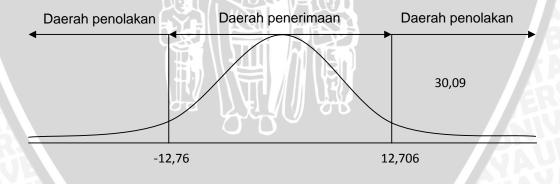
$$t_{hit} = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{Sd_1^2}{n_1}\right)} + \left(\frac{Sd_2^2}{n_2}\right)} = \frac{461000 - 139040}{\sqrt{\frac{556535281}{5} + \frac{15840400}{5}}} = \frac{321960}{10699,30541} = 30,09$$

$$db = \frac{\left[ \left( \frac{Sd_1^2}{n_1} \right) + \left( \frac{Sd_2^2}{n_2} \right) \right]^2}{\left[ \left( \frac{Sd_1^2}{n_1} \right)^2 / (n_1 - 1) \right] + \left[ \left( \frac{Sd_2^2}{n_2} \right)^2 / (n_2 - 1) \right]} = \frac{\left[ 111307056, 2 + 3168080 \right]^2}{7,74.10^{16}}$$

$$=\frac{1,31.10^{16}}{7,74.10^{16}}=0,17=1$$

selang kepercayaan = 95% (dua arah) maka didapat t<sub>tab</sub> = 12,706

(tabel distribusi t dapat dilihat di lampiran) maka  $t_{hit} > t_{tab}$ 



Maka, Ho ditolak, μ<sub>1</sub> berbeda nyata dengan μ<sub>2</sub>

#### b. Diferensial Leukosit

#### Neutrofil

$$\mathsf{F}_{\mathsf{hit}} = \frac{Sd_1^2}{Sd_2^2} = \frac{11126,08^2}{4899,748^2} = \frac{123789656,2}{24007530,46} = 5,15$$

 $F_{tab} = 6,39 \text{ maka } F_{hit} < F_{tab}$ 

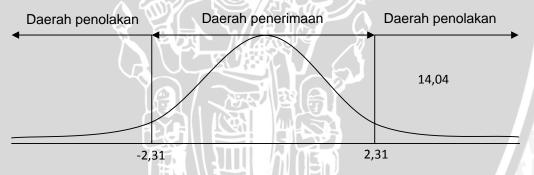
$$s^{2} = \frac{(n_{1} - 1)s_{1}^{2} + (n_{2} - 1)s_{2}^{2}}{n_{1} + n_{2} - 2} = \frac{\sqrt{4.11126,08^{2} + 4.4899,748^{2}}}{8} = 8596,42$$

$$t_{hit} = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{s\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{98680,4 - 22309,6}{8596,42\sqrt{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}}} = \frac{76370,8}{5436,85} = 14,04$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8$$

selang kepercayaan = 95% (dua arah) maka didapat t<sub>tab</sub> = 14,04

(tabel distribusi t dapat dilihat di lampiran) maka  $t_{hit} > t_{tab}$ 



Maka, Ho ditolak, μ<sub>1</sub> berbeda nyata dengan μ<sub>2</sub>

#### Limfosit

$$\mathsf{F}_{\mathsf{hit}} = \frac{Sd_1^2}{Sd_2^2} = \frac{27036,46^2}{6802,832^2} = \frac{7.3097017}{46278523} = 15,8$$

$$F_{tab} = 6,39 \text{ maka } F_{hit} > F_{tab}$$

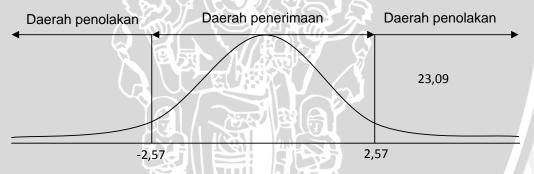
$$t_{hit} = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{Sd_1^2}{n_1}\right)} + \left(\frac{Sd_2^2}{n_2}\right)} = \frac{214186 - 58754,4}{\sqrt{\frac{7.3097017}{5} + \frac{46278523}{5}}} = \frac{155431.6}{3042.3192} = 23,09$$

$$db = \frac{\left[ \left( \frac{Sd_1^2}{n_1} \right) + \left( \frac{Sd_2^2}{n_2} \right) \right]^2}{\left[ \left( \frac{Sd_1^2}{n_1} \right)^2 / (n_1 - 1) \right] + \left[ \left( \frac{Sd_2^2}{n_2} \right)^2 / (n_2 - 1) \right]} = \frac{\left[ 913712638, 2 + 57848148, 01 \right]^2}{2,09.10^{17}}$$

$$= \frac{9,43.10^{17}}{2,09.10^{17}} = 4,5 = 5$$

selang kepercayaan = 95% (dua arah) maka didapat t<sub>tab</sub> = 2,57

(tabel distribusi t dapat dilihat di lampiran) maka  $t_{hit} > t_{tab}$ 



Maka, Ho ditolak, μ<sub>1</sub> berbeda nyata dengan μ<sub>2</sub>

#### Monosit

$$\mathsf{F}_{\mathsf{hit}} = \frac{Sd_1^2}{Sd_2^2} = \frac{10229,14^2}{2433,417^2} = \frac{104635305,1}{5921518,296} = 17,67$$

 $F_{tab} = 6,39 \text{ maka } F_{hit} > F_{tab}$ 

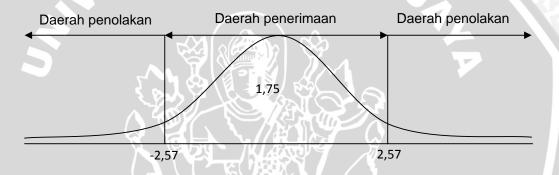
$$t_{hit} = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{Sd_1^2}{n_1}\right)} + \left(\frac{Sd_2^2}{n_2}\right)} = \frac{13946 - 5685}{\sqrt{\frac{104635305,1}{5} + \frac{5921518,296}{5}}} = \frac{8261}{4702,272289} = 1,75$$

$$db = \frac{\left[ \left( \frac{Sd_1^2}{n_1} \right) + \left( \frac{Sd_2^2}{n_2} \right) \right]^2}{\left[ \left( \frac{Sd_1^2}{n_1} \right)^2 / (n_1 - 1) \right] + \left[ \left( \frac{Sd_2^2}{n_2} \right)^2 / (n_2 - 1) \right]} = \frac{\left[ 20927061,02 + 1184303,659 \right]^2}{1,09.10^{14}}$$

$$=\frac{4,88.10^{14}}{1,09.10^{14}}=4,45=5$$

selang kepercayaan = 95% (dua arah) maka didapat t<sub>tab</sub> = 2,57

(tabel distribusi t dapat dilihat di lampiran) maka  $t_{hit} < t_{tab}$ 



Maka, Ho diterima, μ<sub>1</sub> tidak berbeda nyata dengan μ<sub>2</sub>

# c. Makrofag

$$\mathsf{F}_{\mathsf{hit}} = \frac{Sd_1^2}{Sd_2^2} = \frac{13,55729^2}{7,348469^2} = \frac{183,8001121}{53,99999664} = 3,40$$

 $F_{tab} = 6,39 \text{ maka } F_{hit} < F_{tab}$ 

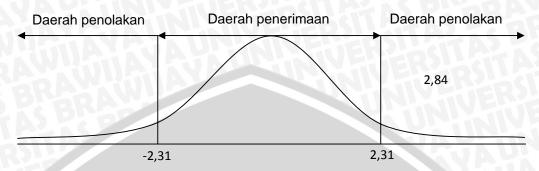
$$s^{2} = \frac{(n_{1} - 1)s_{1}^{2} + (n_{2} - 1)s_{2}^{2}}{n_{1} + n_{2} - 2} = \frac{\sqrt{4.13,55729^{2} + 4.7,348469^{2}}}{8} = 10,90$$

$$t_{hit} = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{s\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{52,6 - 33}{10,90\sqrt{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}}} = \frac{19,6}{6,89} = 2,84$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8$$

selang kepercayaan = 95% (dua arah) maka didapat t<sub>tab</sub> = 2,31

(tabel distribusi t dapat dilihat di lampiran) maka  $t_{hit} > t_{tab}$ 



Maka, Ho ditolak, μ<sub>1</sub> berbeda nyata dengan μ<sub>2</sub>

# d. Aktivitas fagositosis

$$\mathsf{F}_{\mathsf{hit}} = \frac{Sd_1^2}{Sd_2^2} = \frac{4,658326^2}{19,34683^2} = \frac{21,70000112}{374,299831} = 0,05$$

 $F_{tab} = 6,39 \text{ maka } F_{hit} < F_{tab}$ 

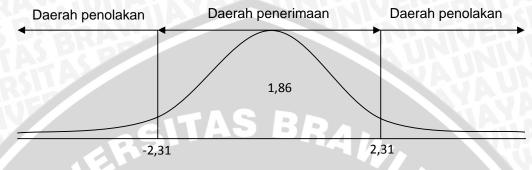
$$s^{2} = \frac{(n_{1} - 1)s_{1}^{2} + (n_{2} - 1)s_{2}^{2}}{n_{1} + n_{2} - 2} = \frac{\sqrt{4.4,658326^{2} + 4.19,34683^{2}}}{8} = 14,07$$

$$t_{hit} = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{s\sqrt{\frac{1}{n_1}} + \frac{1}{n_2}} = \frac{39.4 - 22.8}{14.07\sqrt{\frac{1}{5}} + \frac{1}{5}} = \frac{16.6}{8.89} = 1.86$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8$$

selang kepercayaan = 95% (dua arah) maka didapat  $t_{tab}$  = 2,31

(tabel distribusi t dapat dilihat di lampiran) maka  $t_{hit} > t_{tab}$ 



Maka, Ho ditolak, μ1 tidak berbeda nyata dengan μ2

BRAWIJAYA

Lampiran 9. Tabel Distribusi Nilai t (Sudjana, 2002)

d.f.			α		
<b>u</b>	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
i	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	4.303	. 4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7 .	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
, 8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
111	1.363	1.796	.2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	.1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
. 16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2:861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2:831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
inf.	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

66

# Lampiran 10. Dokumentasi



Pengambilan sampel darah





Pewarnaan sampel darah

Lampiran 11. Peta Lokasi Pengambilan Sampel (Google, 2004)



