

**ANALISIS KARAKTERISTIK SISTEM IMUN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI DAERAH ESTUARIA SUNGAI PORONG DAN WONOKROMO
PROVINSI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :
Habiba Suryaningrum
NIM. 105080101111066



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

ANALISIS KARAKTERISTIK SISTEM IMUN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI DAERAH ESTUARIA SUNGAI PORONG DAN WONOKROMO

PROVINSI JAWA TIMUR

**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 :

Habiba Suryaningrum

NIM. 105080101111066



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

**ANALISIS KARAKTERISTIK SISTEM IMUN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI DAERAH ESTUARIA SUNGAI PORONG DAN WONOKROMO
PROVINSI JAWA TIMUR**

**NEVI DESPRIANI
NIM. 1050801011111062**

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 21 Agustus 2014
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji 1,

**Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si
NIP. 19610303 198602 2 001**

Tanggal:

Dosen Penguji 2,

**Dr. Yuni Kilawati, S.Pi. M.Si
NIP. 19730702 200501 2 001**

Tanggal:

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1,

**Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D
NIP. 19610523 198703 2 003**

Tanggal:

Dosen Pembimbing 2,

**Ir. Putut Widjanarko, MP
NIP. 19540101 198303 1 006**

Tanggal:

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

**Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001**

Tanggal:

RINGKASAN

HABIBA SURYANINGRUM. Skripsi tentang Analisis Karakteristik Sistem Imun Ikan Bandeng (*Chanos chano*) di Daerah Estuaria Sungai Porong dan Wonokromo Provinsi Jawa Timur (dibawah bimbingan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D** dan **Ir. Putut Widjanarko, MP**)

Sungai merupakan suatu bentuk ekosistem akuatik yang mempunyai peran penting dalam daur hidrologi dan berfungsi sebagai daerah tampungan air bagi daerah sekitarnya. Kondisi suatu sungai sangat dipengaruhi oleh karakteristik yang dimiliki oleh lingkungan sekitarnya. Ada tiga aliran sungai yang memiliki peran cukup penting bagi masyarakat Kota Surabaya, salah satunya yaitu sungai Wonokromo yang merupakan anak sungai Surabaya yang berfungsi sebagai pasokan air PDAM. Sementara itu kualitasnya cenderung mengalami penurunan. Terjadinya pencemaran pada perairan sungai dapat mempengaruhi kehidupan biota yang ada di dalamnya, salah satunya ikan. Ikan yang hidup di lingkungan tercemar dapat berakibat stres sehingga sistem imun menjadi menurun.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai peringatan dini terhadap kondisi ekologis perairan estuaria sungai Porong dan Wonokromo yang dilihat dari analisis karakteristik sistem imun ikan Bandeng (*Chanos chanos*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April– Juni 2014 di estuaria sungai Porong dan Wonokromo, dan Bpap Bangil sebagai lokasi pengambilan ikan kontrol, Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH), Universitas Brawijaya Malang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu menggambarkan keadaan mengenai suatu gejala yang ada di alam menurut apa adanya dengan cara melakukan analisa laboratorium pada saat penelitian dilaksanakan. Pengambilan sampel ikan dilakukan di estuaria sungai Porong, Wonokromo dan ikan kontrol diambil dari Bpap Bangil. Penghitungan eritrosit dan leukosit dengan menggunakan haemocytometer diamati dibawah mikroskop binokuler, dilanjutkan pengamatan aktivitas fagositosis makrofag kemudian untuk pengamatan aktivitas *respiratory burst* dilakukan pembacaan dengan menggunakan ELISA reader pada absorbansi 620nm. Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, DO, pH, salinitas, TSS, nitrit, H₂S dan ammonia-N.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan Nilai rata-rata jumlah eritrosit ikan Bandeng di estuaria sungai Porong, estuaria sungai Wonokromo dan kontrol didapatkan hasil 1341300; 1232800; 2327166 sel/mm³. Hasil analisa statistik dengan uji Kruskal-Wallis diketahui bahwa rata-rata jumlah eritrosit ikan bandeng pada ketiga lokasi berbeda nyata. Untuk nilai rata-rata jumlah leukosit ikan bandeng di estuaria sungai Porong, estuaria sungai Wonokromo dan kontrol didapatkan hasil 264083; 311680; 177058 sel/mm³. Hasil analisa statistik dengan uji Kruskal-Wallis diketahui bahwa rata-rata jumlah leukosit ikan bandeng pada ketiga lokasi berbeda nyata. Untuk nilai rata-rata prosentase aktifitas fagositosis makrofag ikan bandeng di estuaria sungai Porong, estuaria sungai Wonokromo dan kontrol didapatkan hasil 42,1; 80,4; 28 %. Hasil analisa statistik dengan uji Kruskal-Wallis diketahui bahwa rata-rata prosentase aktifitas fagositosis makrofag pada ketiga lokasi berbeda nyata. Pada nilai rata-rata aktifitas *respiratory burst* di estuaria sungai Porong, estuaria sungai Wonokromo dan kontrol didapatkan hasil 4,015; 3,91; 0,995 pada absorbansi 620nm.

Hasil kualitas air yang dihasilkan selama penelitian adalah suhu berkisar antara 28-31,7°C; pH berkisar antara 7,93-9; DO berkisar antara 5,72-7,36 mg/l; salinitas berkisar antara 0,05-3 ppt; TSS berkisar antara 15,8-73 mg/l; nitrit

berkisar antara 0,05-0,82 mg/l; H_2S berkisar antara 0,025-5,78 mg/L; dan ammonia-N berkisar antara 0,03-1,23 mg/L.

Hasil penelitian dapat disimpulkan nilai rata-rata jumlah eritrosit ikan Bandeng (*Chanos chanos*) tertinggi di kontrol dan terendah di estuaria sungai Wonokromo, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar pencemar maka jumlah total eritrosit semakin rendah. Jumlah leukosit ikan Bandeng tertinggi di estuaria Wonokromo dan terendah di kontrol, tingginya jumlah leukosit merupakan mekanisme pertahanan umum terhadap agen invasif, seperti penyakit menular atau polutan. Aktivitas fagositosis makrofag tertinggi di estuaria Wonokromo dan terendah di kontrol, dapat disimpulkan bahwa ikan yang tercemar memiliki aktivitas fagositosis yang tinggi. Nilai aktivitas *respiratory burst* tertinggi di estuaria Porong dan terendah di kontrol, dapat disimpulkan bahwa ikan yang tercemar memiliki aktivitas *respiratory burst* yang tinggi.

Saran dari penelitian ini adalah diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap pengukuran jenis dan tingkat pencemaran kualitas perairan yang berpengaruh langsung terhadap sistem imun ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang berada di estuaria sungai Porong dan Wonokromo, pada pengukuran aktivitas *respiratory burst* perlu adanya penelitian terhadap nilai aktivitas *respiratory burst* dengan menggunakan ELISA reader pada absorbansi yang berbeda.



PKATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan nikmat serta karunia-Nya, maka penyusunan laporan ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Laporan ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di estuaria sungai Porong dan Wonokromo pada bulan April 2014.

Atas terselesaikannya laporan ini, maka penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Ibu Prof. Ir. Yenny Risjani, D.E.A, Ph.D dan bapak Ir. Putut Widjanarko, MP selaku dosen pembimbing Skripsi yang telah bersedia dan dengan setia membimbing jalannya kegiatan Skripsi hingga dapat terselesaikannya laporan Skripsi ini.
- Bapak Dr. Ir. Mulyanto, M.Si dan ibu Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran yang membangun demi kesempurnaan isi laporan Skripsi ini.
- Kedua orangtuaku tersayang dan tercinta yang telah memberikan dukungan yang besar hingga selesainya Skripsi ini.
- Kekasihku (Fery Kurnianto) yang telah memberikan dukungan serta nasehat sehingga saya bisa menyelesaikan semua proses Skripsi dengan lancar.
- Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada sahabat-sahabatku (Nevi, Bayu Dwi, Bayu Hendra, Khusnul, Nada, Risma, Dyvan) dan semua yang tidak bisa disebutkan yang tidak ada bosannya membantu, mengarahkan, memberi semangat dan dukungan serta sayangnya dari awal sampai kegiatan Skripsi ini berakhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapakan saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang memerlukan pengetahuan tentang Sistem Imun Ikan Bandeng di estuaria sungai Porong dan Wonokromo.

Malang, 3 November 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
RINGKASAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biologi	
2.1.1 Taksonomi Ikan Bandeng	5
2.1.2 Morfologi Ikan Bandeng	5
2.1.3 Distribusi dan Siklus Hidup	6
2.1.4 Kebiasaan Makan	7
2.2 Sistem Imun Pada Ikan Bandeng	
2.2.1 Sel Darah	8
2.2.2 Jumlah Sel Darah Merah	9
2.2.3 Jumlah Sel Darah Putih	10
2.2.4 Fagositosis	11
2.2.5 Perbedaan Ikan Sehat dan Tidak Sehat	12
2.3 Imunostimulan	14
2.4 Makrofag	14
2.5 Mekanisme Akumulasi Bahan Pencemar	15
2.6 <i>Respiratory burst</i>	17
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	
3.1.1 Alat Penelitian	19
3.1.2 Bahan Penelitian	21
3.2 Metode Penelitian	
3.2.1 Teknik Pengumpulan Data	22
3.3 Pengamatan Darah	
3.3.1 Pengambilan Darah Ikan	23
3.3.2 Pembuatan Reparasi Ulas	24

3.3.3 Perhitungan Jumlah Sel Darah Merah	25
3.3.4 Perhitungan Jumlah Sel Darah Putih	25
3.4 Metode Perhitungan Aktivitas Fagositosis	26
3.5 Metode Perhitungan <i>Respiratory burst</i>	26
3.6 Metode Pengukuran Kualitas Air	27
3.7 Analisis Data	34
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	
4.1.1 Stasiun Pengamatan I	36
4.1.2 Stasiun Pengamatan II	37
4.1.3 Stasiun Pengamatan III	38
4.2 Kondisi Hematologi Ikan Bandeng	
4.2.1 Total Eritrosit	39
4.2.2 Total Leukosit	44
4.3 Aktivitas Fagositosis Makrofag	48
4.4 Aktivitas <i>Respiratory burst</i>	51
4.5 Morfologi Ikan Bandeng	54
4.6 Hubungan Panjang dan Berat	55
4.7 Hasil Kualitas Perairan	59
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	71

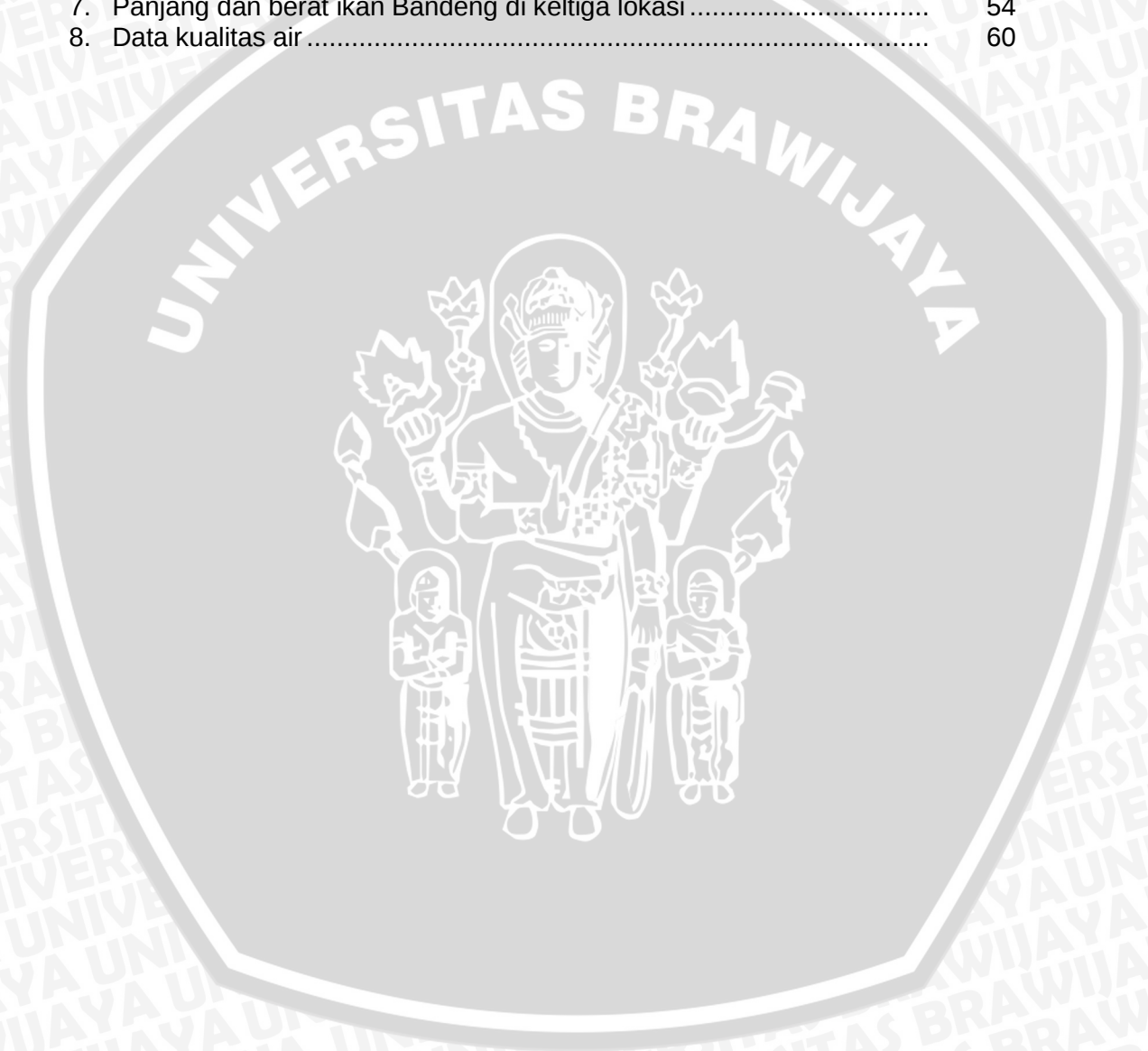
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Bandeng (<i>hanoschanos</i>)	5
2. Gambar seldarah merah	10
3. Lokasi estuariasungai Suraaya	36
4. Lokasi estuaria sungai Porong	37
5. Lokasi Bpap Bangil	38
6. GrafikJumlah Eritrosit	40
7. Gambar penelitian Eritrosit.....	43
8. Grafik jumlah Leukosit	45
9. Gambar penelitian Leukosit	47
10. Grafik Aktifitas Fagositosis.....	49
11. Gambar penelitian Aktifitas Fagositosis	50
12 .Grafik Aktifitas Respiratory Burst	53
13. Grafik Hubungan Panjang dan Berat	57



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat penelitian	19
2. Bahan penelitian	21
3. Rata-rata jumlah eritrosit ikan Bandeng di ketiga lokasi	39
4. Rata-rata jumlah leukosit ikan Bandeng di ketiga lokasi.....	44
5. Rata-rata prosentase aktivitas fagositosis di ketiga lokasi	48
6. Rata-rata aktivitas <i>respiratory burst</i> di ketiga lokasi	52
7. Panjang dan berat ikan Bandeng di keltiga lokasi	54
8. Data kualitas air	60



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta lokasi penelitian	71
2. Gambar kegiatan penelitian	72
3. Analisa data eritrosit	73
4. Analisa data leukosit	76
5. Analisa data respiratory burst	79
6. Analisa data fagositosis	97
7. Data perhitungan eritrosit.....	98
8. Data perhitungan leukosit	99
9. Kamar hitung	102
10. Data mentah <i>respiratory burst</i> di porong (1).....	105
11. Data mentah <i>respiratory burst</i> di porong (2).....	108
12. Data mentah <i>respiratory burst</i> di porong (3).....	111
13. Data mentah <i>respiratory burst</i> di wonokromo (1)	114
14. Data mentah <i>respiratory burst</i> di wonokromo (2)	117
15. Data mentah <i>respiratory burst</i> di wonokromo (3)	120
16. Data mentah <i>respiratory burst</i> di Bpap bangil (1).....	123
17. Data mentah <i>respiratory burst</i> di Bpap bangil (2).....	126
18. Data mentah <i>respiratory burst</i> di Bpap bangil (3)	129
19. Data mentah eritrosit.....	132
20. Data mentah leukosit	135
21. Data mentah aktifitas fagositosis.....	138
22. Data mentah respiratory burst.....	141
23. Penelitian terdahulu sistem imun ikan.....	142

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Brantas merupakan salah satu sungai strategis nasional yang terletak di Jawa Timur dengan Wilayah Sungai Brantas seluas 14.103 km² yang terdiri dari 4 DAS, yaitu DAS Sungai Brantas seluas 11.988 km²; DAS Tengah seluas 596 km²; DAS Ringin Bandulan seluas 596 km²; DAS Kondang Merak seluas 924 km² (DPU, 2008). Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang di Jawa Timur dengan panjang ± 320 km yang bersumber pada lereng gunung Arjuna dan bermuara di Selat Madura, jumlah penduduk di WS Sungai Brantas tahun 2005 adalah sebesar 43% dari jumlah penduduk Jawa Timur atau sekitar 15.884.000 jiwa dengan pertumbuhan rata-rata 0,99% dan kepadatan 1.272 jiwa/km² (Jasa Tirta, 2000; DPU, 2008). Sebagian besar penduduk bergantung pada sumberdaya air dari sungai sebagai sumber utama kebutuhan air baku untuk konsumsi domestik, irigasi, industri, rekreasi, pembangkit tenaga listrik dan lain-lainnya.

Imunitas pada ikan merupakan sistem pertahanan tubuh ikan terhadap benda asing, mekanisme imunitas merupakan sistem yang rumit tetapi strategis dasarnya sangat sederhana, yaitu mengenali musuh, mengerahkan kekuatan dan menyerang. Dengan memahami anatomi dan komponen dari sistem imunitas akan memudahkan dalam memahami cara kerja dari sistem imunitas.

Sistem imunitas terdiri dari sel-sel dan zat-zat yang bisa larut. Sel-sel utama dari sistem imunitas adalah sel-sel darah putih, yaitu makrofag; neutrophil dan limfosit. Zat-zat terlarut yang utama adalah antibody, protein komplemen dan sitokinesis. Dalam mekanisme imunitas makrofag dan neutrophil bekerja sama, dimana makrofag memulai dengan suatu respon kekebalan dan mengirim

sinyal untuk menarik neutrofil bergabung dengannya didaerah yang mengalami gangguan, jika neutrofil tiba mereka menghancurkan benda asing dengan cara mencernanya (Efendi,2003)

Ikan adalah salah satu organisme yang paling banyak distribusinya di lingkungan perairan dan menjadi rentan terhadap pencemaran lingkungan dapat mencerminkan sejauh mana efek biologis pencemaran lingkungan di perairan. Pemantauan parameter darah, baik seluler dan noncellular mungkin memiliki nilai diagnostik yang cukup dalam menilai tanda-tanda peringatan awal dari keracunan pestisida (Pant *et al.*, 1987).

Ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi ini dapat ditunjukkan dalam percobaan di laboratorium, di mana terjadi perubahan aktivitas pernafasan yang besarnya perubahan diukur atas dasar irama membuka dan menutupnya rongga "Buccal" dan operkulum (Mark, 1981). Perubahan faal darah ikan yang diakibatkan senyawa pencemar, akan timbul sebelum terjadinya kematian (Larsson *et al.*, 1976).

Perairan tercemar akan mengakibatkan terganggunya aktifitas organisme ikan, dengan melihat sistem imun pada ikan bandeng ini kita dapat mengetahui sungai porong dan sungai wonokromo tercemar. Sistem imun pada ikan juga sebagai biomarker indicator pencemaran suatu perairan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Perairan estuaria di muara sungai Porong dan Wonokromo telah mengalami pencemaran berdasarkan penelitian terdahulu. Pencemaran di perairan tersebut akan membahayakan kehidupan organisme yang hidup di dalamnya, salah satunya dapat menyebabkan stress pada ikan yang dapat dilihat pada

perubahan karakteristik sistem imun. Perubahan karakteristik sistem imun pada ikan inilah yang dapat dijadikan petunjuk tentang kondisi ekologis perairan. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang analisis karakteristik sistem imun ikan bandeng (*chanos chanos*) yang hidup pada perairan estuaria sungai Porong dan Wonokromo. Dari permasalahan tersebut dapat diuraikan dalam rumusan masalah sebagai berikut :

- Apakah kondisi ekologis perairan estuaria sungai Porong dan Wonokromo telah berpengaruh pada sistem imun ikan bandeng (*chanos chanos*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kondisi ekologis perairan estuaria sungai Porong dan Wonokromo yang dilihat dari analisis karakteristik sistem imun ikan bandeng (*chanos chanos*).

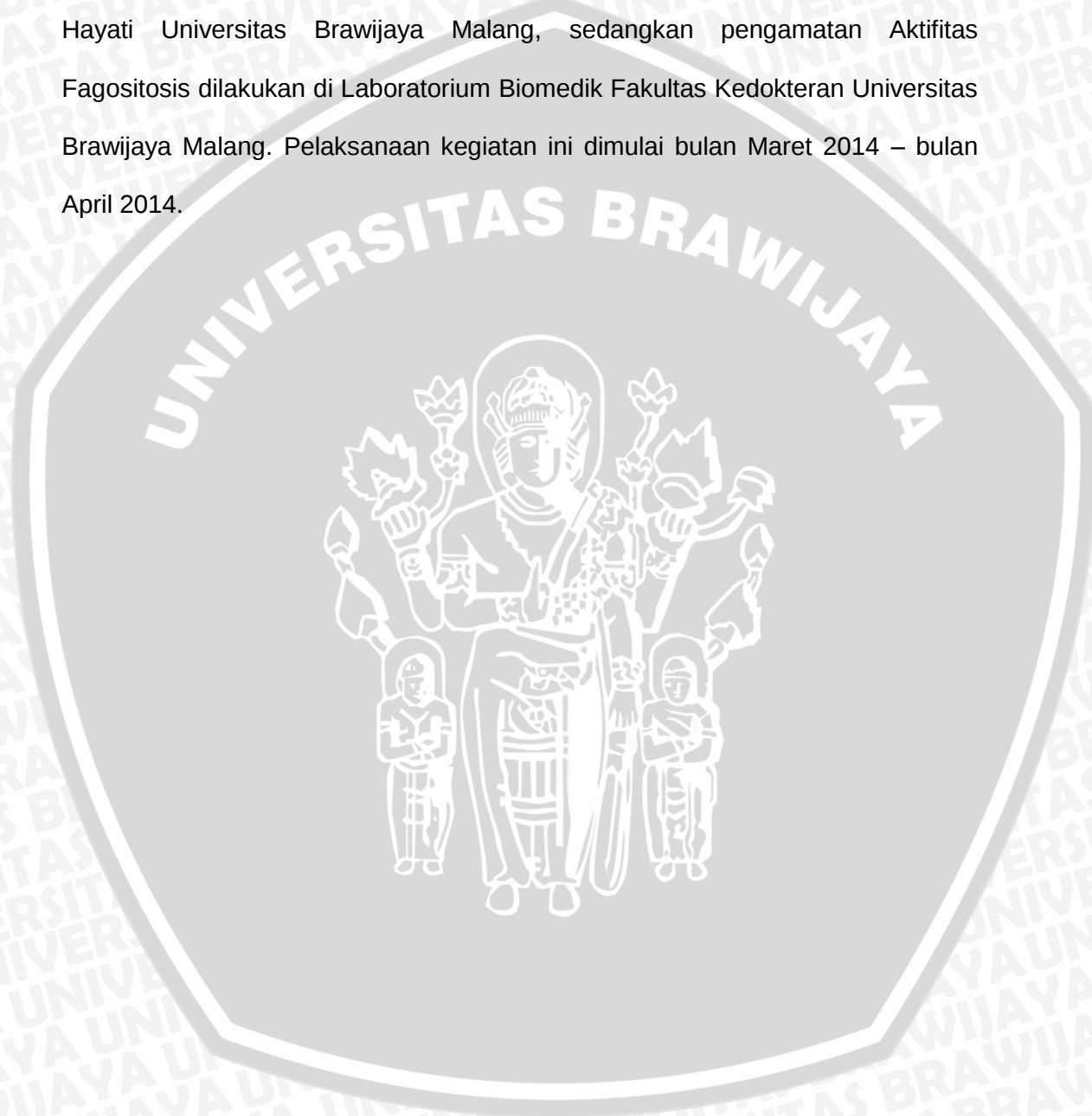
1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebaga rekomendasi :

1. Bagi mahasiswa, mendapatkan teori pengetahuan, pengalaman kerja secara real di lapang dan membandingkan teori yang didapatkan di perkuliahan serta menumbuhkan perhatian khusus terhadap bahaya pencemaran lingkungan terhadap kelestarian ekosistem perairan sungai yang akan berakibat pada sumberdaya perikanan.
2. Bagi lembaga ilmiah atau peneliti bisa dijadikan sumber informasi keilmuan dan dasar untuk penulisan tentang karakteristik sistem imun ikan.
3. Bagi pihak instansi pemerintahan, sebagai sumber informasi dalam mengambil kebijakan terutama terkait masalah lingkungan.

1.5 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di daerah estuari sungai wonokromo dan daerah estuari sungai porong provinsi Jawa Timur, perhitungan jumlah Eritrosit, Leukosit, dan Respiratory Burst dilakukan di Laboratorium Sentral dan Ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang, sedangkan pengamatan Aktivitas Fagositosis dilakukan di Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Pelaksanaan kegiatan ini dimulai bulan Maret 2014 – bulan April 2014.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi

2.1.1 Taksonomi Ikan Bandeng

Menurut Sudrajat (2008) taksonomi dan klasifikasi ikan bandeng adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertebrata
Class	: Osteichthyes
Ordo	: Gonorynchiformes
Family	: Chanidae
Genus	: <i>Chanos</i>
Spesies	: <i>Chanos chanos</i> (Foskal)



Gambar 1. Ikan Bandeng (Sumber: Wikipedia, 2014)

2.1.2 Morfologi Ikan Bandeng

Ikan bandeng memiliki tubuh yang panjang, ramping, padat, pipih, dan oval. menyerupai torpedo. Perbandingan tinggi dengan panjang total sekitar 1 : (4,0-5,2). Sementara itu, perbandingan panjang kepala dengan panjang total adalah 1 : (5,2-5,5) (Sudrajat, 2008). Ukuran kepala seimbang dengan ukuran tubuhnya, berbentuk lonjong dan bersisik. Bagian depan kepala (mendekati

mulut) semakin runcing (Purnomowati, dkk., 2007). Sirip dada ikan bandeng terbentuk dari lapisan semacam lilin, berbentuk segitiga, terletak di belakang insang di samping perut. Sirip punggung pada ikan bandeng terbentuk dari kulit yang berlapis dan licin, terletak jauh di belakang tutup insang dan, berbentuk segiempat. Sirip punggung tersusun dari tulang sebanyak 14 batang. Sirip ini terletak persis pada puncak punggung dan berfungsi untuk mengendalikan diri ketika berenang. Sirip perut terletak pada bagian bawah tubuh dan sirip anus terletak di bagian depan anus. Di bagian paling belakang tubuh ikan bandeng terdapat sirip ekor berukuran paling besar dibandingkan sirip-sirip lain. Pada bagian ujungnya berbentuk runcing, semakin ke pangkal ekor semakin lebar dan membentuk sebuah gunting terbuka. Sirip ekor ini berfungsi sebagai kemudi laju tubuhnya ketika bergerak (Purnomowati, dkk., 2007).

2.1.3 Distribusi dan Siklus Hidup

Ikan bandeng termasuk jenis ikan eurihalin, sehingga ikan bandeng dapat dijumpai di daerah air tawar, air payau, dan air laut. Selama masa perkembangannya, ikan bandeng menyukai hidup di air payau atau daerah muara sungai. Ketika mencapai usia dewasa, ikan bandeng akan kembali ke laut untuk berkembang biak (Purnomowati, dkk., 2007). Pertumbuhan ikan bandeng relative cepat, yaitu 1,1-1,7 % bobot badan/hari (Sudrajat, 2008), dan bisa mencapai berat rata-rata 0,60 kg pada usia 5-6 bulan jika dipelihara dalam tambak (Murtidjo, 2002). Ikan bandeng hidup diperairan pantai, muara sungai, hamparan hutan bakau, lagoon, daerah genangan pasang surut dan sungai. Ikan bandeng dewasa biasanya berada diperairan littoral. Pada musim pemijahan induk ikan bandeng sering dijumpai berkelompok pada jarak tidak terlalu jauh dari pantai dengan karakteristik habitat perairan jernih, dasar perairan berpasir dan berkarang dengan kedalaman antara 10-30 m. Kematangan kelamin

2.1.4 Kebiasaan Makan

Ikan bandeng mempunyai kebiasaan makan pada siang hari. Di habitat aslinya ikan bandeng mempunyai kebiasaan mengambil makanan dari lapisan atas dasar laut, berupa tumbuhan mikroskopis seperti: plankton, udang renik, jasad renik, dan tanaman multiseluler lainnya. Makanan ikan bandeng disesuaikan dengan ukuran mulutnya, (Purnomowati, dkk., 2007). Pada waktu larva, ikan bandeng tergolong karnivora, kemudian pada ukuran fry menjadi omnivore. Pada ukuran juvenil termasuk ke dalam golongan herbivore, dimana pada fase ini juga ikan bandeng sudah bisa makan pakan buatan berupa pellet. Setelah dewasa, ikan bandeng kembali berubah menjadi omnivora lagi karena mengkonsumsi, algae, zooplankton, bentos lunak, dan pakan buatan berbentuk pellet (Aslamyah, 2008).

2.2 Sistem Imun Pada Ikan Bandeng

Imunitas pada ikan merupakan sistem pertahanan tubuh iakn terhadap benda asing, mekanisme imunitas merupakan sistem yang rumit tetapi strategis dasarnya sangat sederhana, yaitu mengenali musuh, mengerahkan kekuatan dan menyerang. Dengan memahami anatomi dan komponen dari sistem imunitas akan memudahkan dalam memahami cara kerja dari sistem imunitas.

Sistem imunitas terdiri dari sel-sel dan zat-zat yang bisa larut. Sel-sel utama dari sistem imunitas adalah sel-sel darah putih, yaitu makrofag; neutrophil dan limfosit. Zat-zat terlarut yang utama adalah antibody, protein komplemen dan sitokinesis. Dalam mekanisme imunitas makrofag dan neutrophil bekerja sama, dimana makrofag memulai dengan suatu respon kekebalan dan mengirim sinyal untuk menarik neutrofil bergabung dengannya didaerah yang mengalami gangguan, jika neutrofil tiba mereka menghancurkan benda asing dengan cara mencernanya (Efendi, 2003).

Respon imun pada ikan baru terbentuk sempurna jika ikan sudah dewasa. Pada larva dan ikan muda respon imun sudah terbentuk namun kerjanya kurang efisien sehingga ikan rentan terhadap penyakit. Kulit dan mukus merupakan sistem pertahanan awal terhadap mikroorganisme yang akan masuk kedalam tubuh dimana mukus tersebut berfungsi untuk mencegah agar bakteri tidak menempel pada sel epitel.

Apabila bakteri dapat masuk ke dalam jaringan atau organ ikan setelah melewati sistem pertahanan pertama, maka dilanjutkan oleh sistem pertahanan tubuh kedua yaitu melalui fagositosis. Fagositosis dilakukan oleh sel fagosit yaitu limfosit dan makrofag. Pada hewan vertebrata termasuk ikan, fagositosis dilakukan oleh fagosit monokuler yaitu makrofag dan fagosit polinuklear yaitu netrofil (subowo, 1993).

2.2.1 Sel Darah

Darah merupakan medium dalam sistem sirkulasi, dimana fungsinya mengedarkan nutrisi esensial ke seluruh tubuh dan membawa sisa-sisa hasil metabolisme dan patogen sebelum mencapai konsentrasi yang berbahaya. Darah ikan tersusun dari sel-sel darah yang tersuspensi di dalam plasma yang diedarkan ke seluruh jaringan tubuh (Moyle & Cech 2004). Volume darah ikan *teleostei*, *heleostei*, dan *chondrostei* sebanyak 3% dari bobot tubuh, sedangkan ikan *chondrocthyes* 6.6% dari bobot tubuh (Randall 1970 dalam Affandi & Tang 2002).

Darah adalah cairan tubuh, yang berfungsi mengangkut oksigen ke seluruh jaringan agar semua sel dapat berjalan sesuai fungsinya. Selain itu, darah juga mengangkut makanan dari saluran pencernaan dan hormone dari kelenjar ke seluruh tubuh. Darah juga berperan membawa agen penyakit ke seluruh sel atau jaringan sehingga menyebabkan organisme tersebut sakit (Purwanto, 2006).

Darah membawa substansi dari tempatnya dibentuk ke semua bagian tubuh dan menjaga tubuh dapat melakukan fungsinya dengan baik. Sel darah merah membawa oksigen, sel darah putih menjaga darah dari serangan organisme penyerbu, sedangkan kombinasi trombosit dan faktor pembeku, berperan menyumbat kebocoran pembuluh darah tanpa menghambat alirannya (Fujaya, 2008).

Pemeriksaan darah dilakukan untuk memantapkan diagnose suatu penyakit, karena terjadinya gangguan fisiologis ikan akan menyebabkan perubahan pada komponen-komponen darah yang selanjutnya akan dapat menentukan kondisi atau status kesehatan ikan. Perubahan komponen darah dapat terjadi secara secara kualitatif maupun kuantitatif baik dari segi gambaran sel maupun analisa bahan kimianya. Oleh karena itu penting mengetahui gambaran darah ikan untuk mengetahui kondisi kesehatannya (Purwanto, 2006).

Sel darah ikan diproduksi di dalam jaringan hematopoietik yang terletak diujung anterior ginjal dan limpa. Berbeda dengan mamalia, pada ikan tidak ada sumsum tulang. Namun demikian, ikan memiliki limfonodus. Pada ikan, darah dibentuk di dalam organ ginjal, limpa dan timus (Affandi dan Tang, 2002).

2.2.2 Jumlah Sel Darah Merah

Eritrosit pada ikan merupakan sel dengan jumlah paling banyak, mencapai 4×10^6 sel/mm³ (Moyle & Cech, 2004). Eritrosit pada ikan memiliki inti seperti eritrosit pada bangsa burung dan reptil. Jumlah eritrosit bervariasi pada tiap spesies dan biasanya dipengaruhi oleh stres dan suhu lingkungan. Jumlah eritrosit pada teleost berkisar antara 1.05×10^6 sel/mm³ dan 3.0×10^6 sel/mm³ (Roberts, 2001). Menurut Moyle & Cech (2004), jumlah eritrosit pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) adalah 1.43×10^6 sel/mm³. Menurut Alifuddin (1993), jumlah eritrosit pada ikan mas adalah 2×10^6 sel/mm³.



Gambar 2. Sel darah merah ikan Bandeng (*chanos chanos*) (Anonimus 2012).

Eritrosit berwarna merah kekuningan, berbentuk lonjong, kecil dan berukuran 7-36 mikron (Lagler *et al.*, 1977). Chinabut *et al.*, (1991) melaporkan bahwa eritrosit yang matang berbentuk oval sampai bundar dengan inti yang kecil dan sitoplasma dalam jumlah yang besar. Eritrosit dan retikulosit dibuat di organ ginjal terutama ginjal anterior (pronephros) dan limpa. Inti sel akan berwarna ungu dan dikelilingi oleh plasma berwarna biru tua dengan pewarnaan Giemsa.

2.2.3 Jumlah Sel Darah Putih

Leukosit merupakan sel darah yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh. Leukosit membantu membersihkan tubuh dari benda asing, termasuk invasi patogen melalui sistem tanggap kebal dan respon lainnya. Ikan yang sakit akan menghasilkan banyak leukosit untuk memfagosit bakteri dan mensintesa antibodi (Moyle & Cech, 2004). Menurut Roberts (2001), jumlah leukosit total dapat dipengaruhi oleh perubahan musim. Jumlah leukosit total pada ikan lebih banyak dibandingkan dengan pada mamalia. Leukosit dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu agranulosit dan granulosit berdasarkan ada tidaknya granulosit pada sitoplasma. Agranulosit terdiri atas limfosit dan monosit. Granulosit terdiri atas neutrofil, eosinofil dan basofil (Chinabut *et al.*, 1991).

Jumlah leukosit total pada ikan secara umum lebih sedikit (20.000-150.000 sel/mm³) dibandingkan dengan jumlah eritrosit (Moyle & Cech, 2004).

Dalam darah, selain terdapat sel darah merah, juga terdapat sel darah putih (leukosit). Ikan memiliki sel-sel darah putih yang lebih banyak dibanding manusia. Mulcahy (1970 *dalam* Fujaya 2008) mengemukakan, dalam darah terdapat 137.000/mm³-798.000/mm³ sel darah putih. Leukosit pada ikan, terdiri atas tujuh bentuk, yakni tipe eosinofil granulosit dan masing-masing satu tipe neutrofil granulosit, limposit, monosit, dan trombosit (Fujaya, 2008).

Leukosit atau sel darah putih pada ikan merupakan bagian penting dari sistem pertahanan tubuh yang bersifat non-spesifik. Sel-sel ini berfungsi untuk memangsa pathogen yang masuk ke dalam tubuh. Leukosit dapat dibagi menjadi 4 bagian besar yaitu granulosit, trombosit, limfosit dan monosit. Leukosit merupakan jenis sel yang aktif di dalam sistem pertahanan tubuh. Setelah dihasilkan di organ timus dan ginjal, leukosit kemudian diangkut dalam darah menuju ke seluruh tubuh (Irianto, 2005).

2.2.4 Fagositosis

Fagositosis adalah proses penyerapan dan eliminasi mikroba atau partikel lain oleh sel-sel khusus yang disebut fagosit. Fagosit adalah sel-sel darah putih atau sel-sel yang berasal dari sel-sel darah putih tersebut, yang terdapat di dalam aliran darah. Di dalam proses penghancuran bakteri atau kuman, fagosit dapat keluar dari dinding pembuluh darah menuju bakteri atau virus berada. Peningkatan kekebalan tubuh dapat diketahui dari aktivitas sel fagosit dari hemosit. Sel fagosit berfungsi untuk melakukan fagositosis terhadap benda asing yang masuk ke dalam tubuh ikan (Brown, 2000 *dalam* Amrullah, 2004).

Secara ringkas, menurut Yahya (2003), mekanisme terbentuknya antibodispesifik karena rangsangan antigen dimulai dari masuknya antigen ke

dalam tubuh ikan, kemudian difagositosis (dimakan) oleh makrofag. Fagositosis adalah salah satu elemen paling penting dalam sistem kekebalan. Proses ini memberi perlindungan segera dan efektif terhadap infeksi. Mekanisme pertahanan tubuh terdiri atas tiga tahapan penting, yaitu :

1. Pengenalan musuh yang dihadapi. Dalam hal ini musuh yang dihadapi adalah antigen (mikroorganisme), bisa berupa bakteri ataupun virus.
2. Penghancuran antigen oleh sistem pertahanan.
3. Kembali ke keadaan normal.

2.2.5 Perbedaan Ikan Sehat dan Tidak Sehat

Berdasarkan karakteristik hematologi, ikan normal memiliki jumlah eritrosit berkisar $1,05-3,0 \times 10^6$ sel per mm³. Beberapa contoh jumlah eritrosit ikan antara lain: *yellow perch (Perca flavescens)* $1,1 \times 10^6$ sel/ml, *Ictalurus punctatus* $2,4 \times 10^6$ sel/ml dan *Cyprinus carpio* $1,43-1,6 \times 10^6$ sel/ml. adapun jumlah leukosit ikan bervariasi $2-15 \times 10^4$ sel/ml (Irianto, 2005).

Pemeriksaan darah dalam kondisi yang paling patologis akan memberikan informasi penting. Setelah apusan darah dibuat, sel-sel darah kemudian diperiksa. Komposisi darah sedikit bervariasi dari satu spesies ikan dengan spesies yang lain. Untuk mendiagnostik jumlah sel darah, dilakukan per cmm (Klinke's, 1965)

Menurut Klinke's (1965), komposisi darah ikan merupakan diagnosa yang penting. Ketika memeriksa sel darah, dapat diamati kondisi hematologi ikan sebagai berikut :

1. Jumlah sel darah putih

Normal : ikan mas 50,00/cmm, trout 40-60,000/cmm

2. Perbandingan sel darah merah/ sel darah putih

Normal : ikan mas sekitar 30:1

3. Perbandingan limfosit / granulosit

Normal : 90/10 (ikan mas)

4. Jumlah sel darah merah

Normal : ikan mas 1-5 juta/ cmm, trout 1-2 juta / cmm

5. Perbandingan eritrosit / granulosit

Normal : 17-20 /1 (ikan mas)

6. Kadar hemoglobin

Normal : 80-90%

7. Ukuran sel darah organisme uniseluler kecil, lonjong

Penyebab : Cryptobia ("penyakit lembek"), trypanosome

8. Organisme uniseluler yang sangat motil berbentuk pir dalam darah

Penyebab : hexamita

9. Rods, coccus, atau bakteri lain terdapat dalam darah

Penyebab : infeksi bakteri

10. Eritrosit berkista

Penyebab : protozoa

11. Sel-sel darah merah pecah, keriput, cacat dengan perubahan permukaan

Penyebab : efek bahan kimia tertentu dalam dosis yang tinggi (e.g.ammonia, dll) = erythrocytolysis

12. Pembekuan darah tertunda atau terhambat

Penyebab : kerusakan hati; menurunnya jumlah trombosit

13. Kecepatan pembekuan darah meningkat

Penyebab: peningkatan produksi trombosit polisitemia atau ditandai dengan regenerasi

14. Hematokrit di bawah 30%

Penyebab : defisiensi eritrosit

15. Konten hemoglobin di bawah 8 g per 100 ml

Penyebab : defisiensi eritrosit

16. Kandungan kolesterol dalam darah

Normal : 30-200 mg%

17. Kandungan bilirubin

Normal : 0,1-0,5 mg%

18. Kandungan gula darah

Normal : 40-90 mg%

2.3 Immunostimulan

Belakangan ini mulai populer penggunaan imunostimulan sebagai metode penanggulangan penyakit. Menurut Marsoedi (2007), imunostimulan adalah sekelompok senyawa yang dapat meningkatkan respon imun non spesifik. Keistimewaan imunostimulan adalah sifatnya yang tidak spesifik, artinya bahan tersebut mampu merangsang peningkatan ketahanan udang dan ikan terhadap berbagai penyakit.

Kamiso (2003) menyatakan bahwa terdapat 10 kelompok imunostimulan yaitu produk bakteri, jamur, yeast, ikatan partikel terlarut dengan β -glukan, glycan-polisakarida, chitosan, peptide, ekstrak tumbuhan dan hewan, bahan sintesis dan cytokines. Aplikasi imunostimulan dapat dilakukan melalui pakan, peredaman maupun suntikan langsung kedalam tubuh ikan/udang (Marsoedi, 2007).

Lebih lanjut dijelaskan Citarasu et al. (2006), imunostimulan merupakan senyawa biologis, sintesis atau bahan lainnya yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh non spesifik. Imunostimulan digunakan untuk meningkatkan efisiensi sistem imun dalam menghadapi patogen. Mikroba yang memiliki β -glukan (terdapat pada dinding sel ragi) ataupun peptidoglycan dan lipopolisakarida (terdapat pada dinding sel bakteri) dapat menstimulasi fungsi sistem pertahanan non-spesifik pada crustacean maupun binatang lainnya (sebagai contoh: fagositosis, degranulasi dari hemocyte granula dan enzim prophenoloksidase). Phenoloksidase memiliki peranan yang penting dalam menstimulus fagositosis dan akselerasi dari penggumpalan.

2.4 Makrofag

Makrofag yaitu sel multi fungsional yang aktif dalam sistem kekebalan. Peran utama makrofag yaitu melakukan fagositosis, menghancurkan partikel asing dan jaringan mati, mengolah bahan asing sehingga dapat membangkitkan tanggap kebal. Selain itu, makrofag dapat mengatur reaksi kebal dan membuat protein dari sistem komplemen (Tizard, 1987). Makrofag sangat dikhususkan untuk melaksanakan fungsi penelanan dan penghancuran semua benda-benda asing berupa partikel dengan proses endositosis.

Dan pada ikan makrofag sering dijumpai di ginjal, limpa, dan peritoneal (Norum et al., 2005).

Makrofag juga merupakan bentuk matang dari monosit dan fagosit yang jauh lebih kuat daripada netrofil dan mampu memfagosit 100 bakteri. Makrofag juga mempunyai kemampuan untuk menelan partikel yang jauh lebih besar, sedangkan netrofil tidak mampu memfagosit partikel yang lebih besar dari bakteri. Makrofag setelah merusak partikel juga dapat mengeluarkan produk residu dan seringkali dapat bertahan hidup sampai berbulan-bulan (Guyton, 1997).

Makrofag memiliki sifat seperti halnya sel fagosit yang lain, dimana sifat-sifat ini merupakan proses perlindungan yang dilakukan oleh sel fagositosis terhadap adanya infeksi bahan asing/mikroorganisme. Menurut Guyton (1997), sifat-sifat tersebut adalah:

- Diapedesis, yaitu 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.
- Gerak amuboid, yaitu kemampuan sel bergerak melalui jaringan atau gerak yang dilakukan oleh sel fagosit ketika melalui jaringan. Dimana beberapa sel fagosit memiliki kemampuan bergerak dengan kecepatan 40 mikron/menit.
- Kemotaksis, yaitu 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. Sehingga dapat dikatakan, bahwa kemotaksis ini terjadi karena adanya toksin bakteri dan kerusakan jaringan.
- Fagositosis, yaitu proses pencaplokan atau pencernaan bahan asing yang masuk dalam tubuh dimana sifat ini merupakan sifat terpenting yang dilakukan oleh sel fagosit terutama makrofag.

2.5 Mekanisme Akumulasi Bahan Pencemar

Bahan Pencemar (racun) masuk ke tubuh organisme atau ikan melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan racun dari tempat

absorpsinya ke dalam sirkulasi darah. Absorpsi, distribusi dan ekskresi bahan pencemar tidak dapat terjadi tanpa transpor melintasi membran. Proses transportasi dapat berlangsung dengan 2 cara : transpor pasif (yaitu melalui proses difusi) dan transpor aktif (yaitu dengan sistem transport khusus, dalam hal ini zat lazimnya terikat pada molekul pengemban). Bahan pencemar dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui tiga cara yaitu melalui rantai makanan, insang dan difusi permukaan kulit (Hutagalung, 1984).

Insang merupakan organ respirasi yang penting bagi ikan. Permukaan insang lebih dari 90% seluruh luas badan. Sehingga dengan masuknya logam berat ke dalam insang dapat menyebabkan keracunan, karena bereaksinya kation logam tersebut dengan fraksi tertentu dari lendir insang. Kondisi ini menyebabkan proses metabolisme dari insang menjadi terganggu. Lendir yang berfungsi sebagai pelindung diproduksi lebih banyak sehingga terjadi penumpukan lendir. Hal ini akan memperlambat ekspersi pada insang dan pada akhirnya menyebabkan kematian (Sudarmadi, 1993).

Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami tiga macam proses akumulasi yaitu fisik, kimia dan biologis. Buangan limbah industri yang mengandung bahan berbahaya dengan toksisitas yang tinggi ke lingkungan perairan mengakibatkan bahan pencemar langsung terakumulasi secara fisik dan kimia lalu mengendap di dasar laut. Melalui rantai makanan terjadi metabolisme bahan berbahaya secara biologis dan akhirnya akan mempengaruhi kesehatan manusia. Akumulasi melalui proses biologis inilah yang disebut dengan bioakumulasi (Hutagalung, 1984 *dalam* Sembiling, 2009).

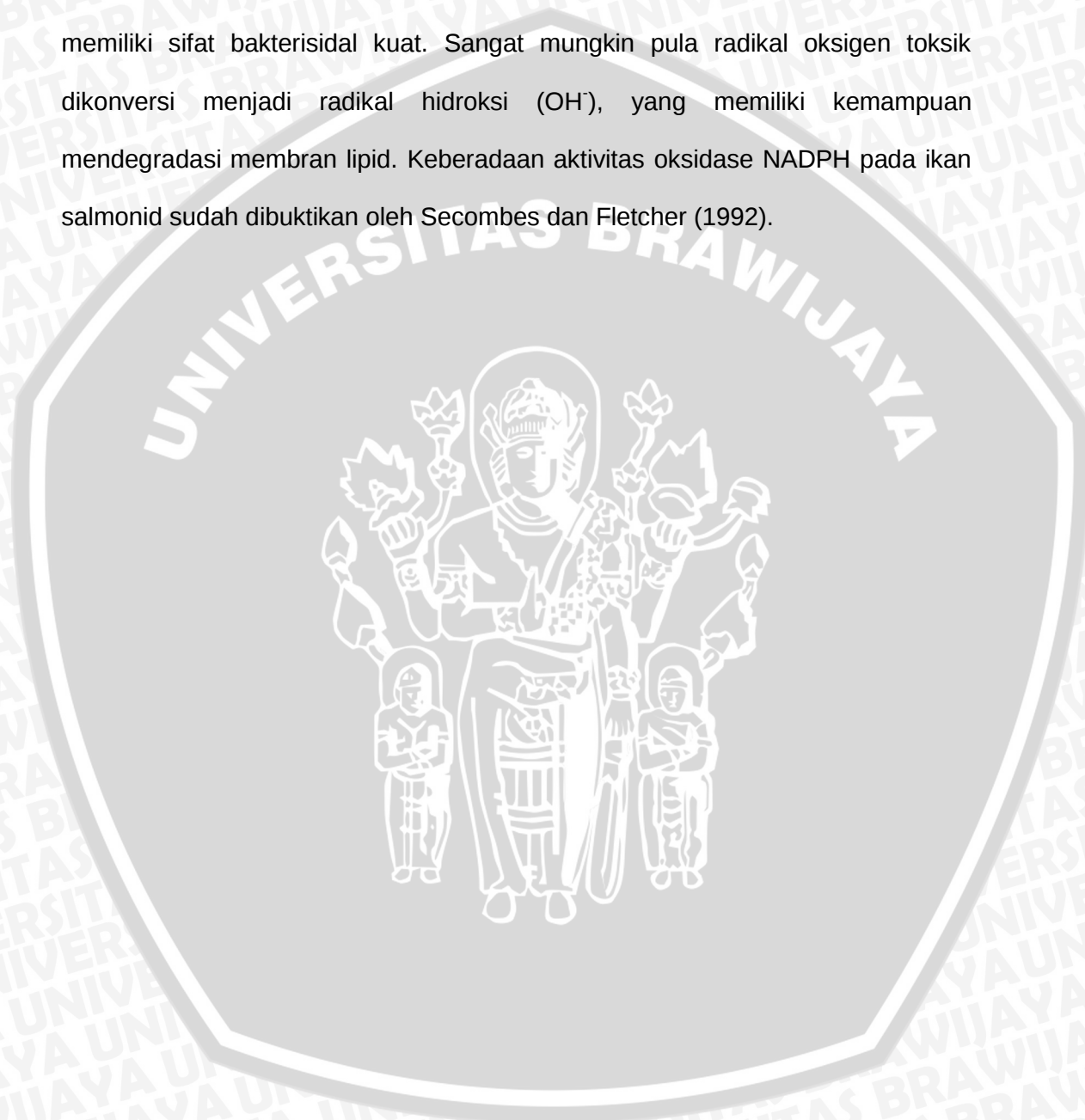
2.6 Respiratory Burst

Letupan pernafasan terjadi apabila partikel ditelan oleh netrofil, terjadilah satu rangkaian peristiwa biokimiawi yang meningkatkan penghancuran partikel. Pertama, terjadi peningkatan glikolisis, yang menyebabkan produksi sejumlah besar asam laktat dalam fagolisosom. Keadaan ini membantu menyediakan lingkungan yang optimal bagi aktivitas enzim proteolitik lisosom. Kedua, dan yang lebih penting, ada peningkatan dari “heksosa monofosfat langsir” yang tercermin dari peningkatan nyata konsumsi zat asam di dalam sel. Letupan pernafasan ini mengakibatkan peningkatan pergantian NADFH_2 . Pemutaran kembali NADFH_2 dengan perantaraan enzim dismutase superoksida dan mieloperoksidase menghasilkan pembentukan metabolit zat asam yang sangat reaktif. Termasuk ke dalamnya hidrogen peroksida, superoksida anion (O_2^-), zat asam singlet, radikal hidroksil, kloramin dan aldehida. Semuanya ini bersifat sangat toksik bagi mikroorganisme (Tizard, 1987).

Menurut Supamattaya *et al.*, (2000), proses fagositosis yang terjadi akan disertai dengan metabolisme berupa letupan atau lonjakan respiratory (*respiratory burst*). Pada peristiwa letupan tersebut akan terjadi kenaikan konsumsi oksigen, pembentukan reaktif oxygen intermediates (ROIs), yaitu radikal bebas seperti anion superoxide (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2), hidroksil radikal (OH) dan siglet oksigen ($^1\text{O}_2$) serta pembentukan enzim-enzim degradasi. Dengan aktivasi melalui opsonisasi maka penyerapan oksigen untuk respirasi mitokondria sel fagositik meningkat sepuluh kali lipat. Ditunjukkan pula bahwa penelanan sel-sel bakteri yang dibunuh dan proses tersebut terbatas pada suhu rendah (Secombes, 1996).

Reaksi ledakan respirasi sudah dikenal baik pada mammalia, dan pada teleostei terbukti mirip dengan apa yang terjadi pada mammalia. Tahap pertama

yaitu pembentukan anion superoksida (O_2^-) oleh kompleks NADPH-oksidase yang terikat pada membran, NADPH merupakan produk jalur metabolik heksose monofosfat, dan memerlukan glukosa sebagai sumber energinya. Radikal oksigen toksik dengan cepat dikonversi menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2), yang memiliki sifat bakterisidal kuat. Sangat mungkin pula radikal oksigen toksik dikonversi menjadi radikal hidroksi ($OH^\cdot$), yang memiliki kemampuan mendegradasi membran lipid. Keberadaan aktivitas oksidase NADPH pada ikan salmonid sudah dibuktikan oleh Secombes dan Fletcher (1992).



III. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) yang diambil dari perairan estuaria Brantas yaitu sungai Surabaya dan estuaria porong. Serta parameter kualitas air yang diukur meliputi: suhu, pH perairan, kecepatan arus, oksigen terlarut (DO) dan total bahan organik (TOM). Kemudian dilanjutkan dengan serangkaian penelitian laboratorium yang dilakukan laboratorium LSIH Universitas Brawijaya dan laboratorium Parasit dan Penyakit Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Meneliti jumlah sel darah ikan Bandeng, Aktivitas Fagositosis, dan Respiratory burst.

3.1.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan

No	Alat	Fungsi
1	Gunting	Sebagai alat pemotong bahan
2	Blender	Untuk menghaluskan bahan
3	Timbangan Analitik	Untuk menimbang bahan
4	Timbangan Digital	Untuk menimbang bahan
5	Beaker Glass	Sebagai tempat bahan dalam proses maserasi
6	Gelas Ukur	Sebagai alat dalam mengukur bahan larutan
7	Labu Erlenmeyer	Sebagai tempat pembiakan bakteri
8	Botol Akuades	Sebagai tempat akuades
9	Cawan Petri	Sebagai tempat agar dan bakteri
10	Corong	Sebagai alat pembantu penuangan larutan
11	Autoklave	Sebagai alat sterilisasi
12	Loyang	Sebagai tempat bahan dalam proses waterbath
13	Bunsen	Sebagai alat sterilisasi
14	Magnetik Stirer	Untuk menghomogenkan larutan
15	Tabung Reaksi	Sebagai tempat kultur bakteri
16	Rak Tabung Reaksi	Sebagai tempat tabung reaksi

17	Jarum Ose	Sebagai alat penggoresan bakteri
18	Spektrofotometer	Untuk mengukur panjang gelombang bahan
19	Spatula	Untuk menghomogenkan larutan
20	Hot Plate	Sebagai alat pemanas
21	Lemari Pendingin	Untuk menyimpan bakteri pada suhu rendah
22	Vortex	Untuk menghomogenkan larutan
23	Pipet Volume	Untuk mengambil larutan dalam jumlah banyak
24	Mikropipet	Untuk mengambil larutan dalam jumlah sedikit
25	Bola Hisap	Sebagai alat bantu untuk mengambil larutan
26	Triangle	Sebagai penyangga pada bunsen
27	Mistar	Untuk mengukur zona hambat bakteri
28	Akuarium	Sebagai wadah air media
29	Aerator dan Batu Aerasi	Sebagai alat bantu penghasil oksigen
30	Selang Aerator	Sebagai alat bantu aerasi
31	Syringe 1ml	Sebagai wadah antikoagulan
32	Waterbath	Untuk mengkonstantkan suhu air
33	Cuvet	Sebagai tempat larutan sampel uji

Lanjutan Tabel 1. Alat Penelitian

No	Alat	Fungsi
34	Blower	Sebagai alat penghasil oksigen
35	Scoop Net	Untuk memindahkan ikan uji
36	Termometer	Untuk mengukur suhu
37	pH Meter	Untuk mengukur pH air media
38	DO Meter	Untuk mengukur kandungan oksigen terlarut
39	Mikroskop	Sebagai alat mengamati sel makrofag dalam darah
40	Obyek Glass	Untuk tempat darah yang diamati di mikroskop
41	Cover Glass	Sebagai penutup obyek glass
42	Jarum Suntik (Sput)	Untuk mengambil darah ikan uji
43	Haemocytometer	Untuk menghitung jumlah sel makrofag
44	Hand Tally Counter	Sebagai alat batu menghitung jumlah sel makrofag
45	Selang Sifon	Untuk membersihkan air media di akuarium
46	Filter	Untuk menyaring air media
47	Oven	Sebagai alat pemanas
48	Kamera Digital	Sebagai alat dokumentasi pengambilan gambar
49	Avendof	Sebagai tempat sampel darah ikan uji
50	Rotary evaporator vacuum	Sebagai alat untuk mendapatkan ekstrak fenol
51	Sentrifuge	Sebagai alat setrifugasi suspensi makrofag

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan pada penelitian, disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Bahan-bahan Penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Biakan Murni Bakteri <i>A. hydrophila</i>	Sebagai bahan penginfeksi
2	Spirtus	Sebagai bahan pembakaran pada bunsen
3	Kertas cakram	Bahan zona hambat
4	Alkohol	Sebagai bahan sterilisasi
5	Etanol 80%	Sebagai pelarut dalam ekstraksi
6	Etanol 96%	Sebagai pelarut dalam ekstraksi
7	Aseton 98%	Sebagai pelarut dalam ekstraksi
8	Akuades	Sebagai pelarut dalam ekstraksi
9	Kertas Label	Sebagai penanda
10	Kertas Koran	Sebagai pembungkus dalam sterilisasi
11	Kertas Saring	Untuk menyaring bahan ekstrak
12	Tissue	Sebagai bahan pembersih
13	Kapas	Untuk menutup labu erlemeyer
14	Aluminium Foil	Sebagai penutup tabung reaksi dan erlemeyer

No	Bahan	Fungsi
15	Benang	Sebagai pengikat
16	Masker	Sebagai penutup mulut
17	Sarung Tangan	Sebagai penutup tangan
18	NB (<i>Nutrient Broth</i>)	Sebagai media kultur bakteri (cair)
19	TSA (<i>Trypton Soya Agar</i>)	Sebagai bahan media tumbuh bakteri
20	Natrium Fisiologis	Sebagai larutan isotonis
21	NA (<i>Nutrient Agar</i>)	Sebagai bahan peremajaan bakteri
22	Triptan Biru	Sebagai pewarnaan sel makrofag ikan uji
23	Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	Sebagai hewan uji
24	Bakteri <i>A. salmonicida</i>	Sebagai bahan perhitungan aktivitas fagositosis
25	Air Media	Sebagai media hidup hewan uji
26	Pakan Ikan	Sebagai nutrisi ikan uji
27	Na Sitrat 3,8%	Sebagai antikoagulan
28	Larutan Giemsa	Sebagai pewarnaan darah ikan
29	RPMI FBS 2%	Sebagai bahan medium dalam aktivitas fagositosis
30	Chlorin	Untuk bahan disinfektan pada akuarium
31	Na-Thiosulfat	Untuk menghilangkan toksik pada akuarium
32	Sodium sitrat	Sebagai antikoagulan

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif adalah suatu metode untuk membuat gambaran secara umum, sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat populasi atau daerah tertentu (Suryabarata, 1991). Pada metode ini pengambilan data dilakukan tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tetapi meliputi analisis dan pembahasan tentang data tersebut. Metode ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum, sistematis, aktual dan valid mengenai fakta dan sifat-sifat populasi daerah tersebut.

3.2.1 Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer secara khusus dikumpulkan oleh peneliti untuk menjawab pertanyaan penelitian. Data primer dapat berupa opini subyek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda atau kegiatan, dan hasil pengujian (Indrianto dan Supomo, 2002). Data primer tersebut dapat diperoleh dengan cara-cara observasi, wawancara, dan partisipasi langsung.

a. Observasi

Observasi adalah pengambilan data dengan menggunakan mata tanpa pertolongan alat standar lain untuk kegiatan tertentu (Natzir, 1999).

Dalam penelitian ini, observasi tersebut dilakukan terhadap pengamatan langsung kondisi perairan atau Das Sungai Bengawan Solo Madiun Jawa Timur.

b. Wawancara

Wawancara adalah suatu proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab sambil bertatap muka dengan responden, dengan menggunakan panduan wawancara (Natzir, 1999).

Wawancara dilakukan terhadap pencari ikan dan pekerja – pekerja yang terkait pada subjek penelitian ini. Materi wawancara meliputi kondisi daerah sekitar, jumlah ikan yang tertangkap, jenis alat tangkap yang digunakan, dan permasalahan yang dihadapi.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang terlebih dahulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang di luar dari itu sendiri. Data ini dapat diambil dari biro statistik, majalah, keterangan atau publikasi yang lain (Surachmad, 1985).

3.3 Pengamatan Darah

Darah diambil untuk dibuat preparat ulas darah sehingga dapat dilakukan perhitungan sel darah. Analisa darah meliputi penghitungan jumlah sel darah merah (eritrosit), dan jumlah sel darah putih pada ikan air payau.

3.3.1. Pengambilan Darah Ikan

Ikan diletakkan dengan kepala menghadap ke kiri, alat suntik dibilas dengan Na-sitrat dan disisakan isinya 1/20 bagian. Darah diambil dari vena kaudal dengan cara jarum ditusukkan di atas antara anus dan sirip anal, tusukan horizontal kearah kranial sampai mengenai tulang vertebrate. Kemudian, jarum ditarik sedikit setelah itu penghisap jarum suntik ditarik sampai darah terhisap sebatas yang diinginkan. Setelah darah diambil, jarum dan alat suntik dicabut serta luka bekas suntikan ditutup dengan kapas beralkohol. Kemudian jarum dilepas dari spuit dan darah dimasukkan ke dalam tabung ependorf yang telah dibilas dengan Na sitrat 3.8% (julian, 2011).

Menurut Vonti (2008), Pengambilan sampel darah dilakukan melalui pembuluh darah di bagian caudal (Intra vena). Adapun langkah-langkah pengambilan darah dengan teknik ini, antara lain:

- (1) Ikan dipegang dengan kedua tangan,

- (2) Syringe dibasahi dengan antikoagulan Na sitrat 3,8% untuk mencegah terjadinya Pembekuan darah.
- (3) Jarum ditusukkan pada garis mid-ventral, di bagian belakang sirip anal. Setelah itu jarum didorong ke dalam otot daging hingga menyentuh columna spinalis (backbone). Secara perlahan syringe ditarik hingga darah masuk dan diupayakan agar tidak ada gelembung air yang ikut masuk, sampel darah yang di ambil sebanyak 0,5 ml .
- (4) Secara perlahan dan hati-hati darah dalam syringe di masukan ke dalam tabung ependorf yang sebelumnya telah dibasahi dengan antikoagulan Na sitrat 3,8%.

3.3.2. Pembuatan Preparat Ulas

Gelas objek dipegang dengan telunjuk dan ibu jari tangan kiri, kemudian darah ditetaskan sedikit pada objek (A) pada bagian sebelah kanan. Setelah itu, gelas objek lain (B) diletakkan disebelah kiri tetesan darah. Kemudian tarik gelas objek (B) ke kanan membentuk sudut 30° . setelah darah menyebar, maka gelas B didorong dengan cepat ke kiri sehingga darah menyebar ke seluruh permukaan gelas objek (A). setelah di ulas, darah dikeringudarakan, kemudian fiksasi dengan larutan metanol selama 10 menit kemudian diwarnai dengan larutan giemsa. Lalu dicuci dengan akuades dan dikeringkan kemudian ditutup dengan gelas penutup dan terakhir diamati dengan mikroskop (Julian, 2011).

Gelas objek yang akan digunakan, direndam dalam metanol untuk menghilangkan lemak yang menempel. Pembuatan preparat ulas darah dilakukan dengan menempatkan setetes darah pada gelas objek, gelas obyek kedua diletakkan dengan sudut 45° terhadap gelas obyek pertama, kemudian digeser ke belakang sehingga menyentuh darah. Selanjutnya gelas obyek kedua digeser berlawanan arah sehingga membentuk lapisan tipis darah. Preparat

dikering udarakan dan selanjutnya difiksasi dengan metanol selama 5 menit. Preparat dibilas dengan akuades dan dikeringudarakan kembali sebelum diwarnai dengan pewarna Giemsa 10% selama 15 menit. Preparat dicuci kembali dengan akuades untuk mengurangi kelebihan warna dan dikeringkan dengan tisu. Preparat ulas darah yang telah dibuat selanjutnya diamati dengan menggunakan mikroskop perbesaran 1000x (Nuryati *et al*, 2010).

3.3.3. Jumlah Sel Darah Merah

Perhitungan jumlah sel darah merah dilakukan dengan menggunakan Haemositometer, menggunakan larutan Rees Ecker sebagai pengencer. Jumlah sel darah merah dihitung dengan menggunakan rumus (Nabib & Pasaribu 1989):

$$SDM = (A/N) \times (1/v) \times Fp,$$

dimana :

SDM = jumlah sel darah merah

A = jumlah sel darah merah yang terhitung

N = jumlah kotak hemositometer yang diamati

V = volume hemositometer

Fp = faktor pengenceran.

3.3.4. Perhitungan Jumlah Leukosit

Menurut Zainun (2007), penghitungan total leukosit (Blaxhall & Daisley, 1973) adalah sebagai berikut :

- Sampel darah dihisap dengan pipet bersekala sampai 0,5 dilanjutkan dengan menghisap larutan Turk's sampai skala 11, goyangkan pipet agar tercampur homogen. Larutan Turk's dibuat dengan cara mencampurkan Acetic acid glacial 1-1,5 ml; gentian violet 0,1 g; akuades 100ml; bahan – bahan tersebut dicampur hingga homogen.

- Buang tetesan pertama, tetesan berikutnya dimasukan ke dalam hemasitometer dan ditutup dengan kaca penutup.
- Perhitungan dilakukan pada 5 kotak besar hemasitometer.
- Jumlah leukosit sama dengan jumlah sel leukosit terhitung x 50 sel/mm³.

3.4 Metode Perhitungan Aktifitas Fagositosis

Metode yang digunakan berdasarkan metode modifikasi oleh Gasparoto *et al.* (2009), uji fagositosis makrofag adalah dengan cara:

- 1) Suspensi makrofag 0,01 gr ditambahkan 0,2 ml RPMI, digerus di mortar dingin kemudian disentrifuge dengan kecepatan 1400 rpm (300 gr) selama 30 menit sehingga terbentuk endapan pelet
- 2) Pelet makrofag ditambah 100 µL medium RPMI 1640 dan mikroba berupa bakteri *Aeromonas hydrophila* atau dengan kepadatan 10⁶ sebanyak 250 µL
- 3) Diinkubasi selama 60 menit pada suhu 35°C
- 4) Larutan ditetaskan pada obyek glass, kemudian difiksasi methanol/ethanol absolut dan dibiarkan selama 3-5 menit pada suhu ruang
- 5) Larutan dikeringkan dan ditetesi dengan larutan giemsa, dibiarkan selama 20-30 menit, selanjutnya dicuci dengan air mengalir
- 6) Obyek glass diamati dengan pembesaran mikroskop 1000x dan dihitung untuk determinasi perbandingan sel yang menelan mikroba.

Aktivitas fagositosis dirumuskan sebagai berikut :

$$(\text{sel/ml}) = \frac{\sum \text{makrofag yang menelan mikroba (sel/ml)}}{100 \text{ makrofag}} \times 100 \%$$

3.5 Uji Aktivitas *Respiratory Burst* (Kandungan Anion Superoksida)

Uji kandungan anion superoksida dilakukan untuk melihat aktivitas *respiratory burst* (letupan pernapasan) menggunakan metode Citarasu *et al.*, (2006). Sel darah diambil dari tubuh ikan sebanyak 100µl dan disentrifus pada

3500 rpm selama 5 menit. Supernatan dibuang, filtrat dicuci sebanyak 3 kali menggunakan HBSS sebanyak 100µl kemudian distaining menggunakan 100µl larutan NBT 0,3% selama 30 menit pada suhu 37°C. Proses staining dihentikan dengan membuang larutan NBT kemudian dilakukan penambahan menggunakan metanol absolut sebanyak 100µl.

Sampel dicuci menggunakan 100µl metanol 70% sebanyak 3 kali selanjutnya dikeringkan. Ditambahkan 120µl 2M KOH dan 140µl DMSO untuk melarutkan formazan sitoplasma. Kemudian dilakukan pembacaan menggunakan ELISA reader dengan panjang gelombang 620 nm secara duplo dengan 3 kali bacaan, hasil pembacaan menggunakan ELISA reader ditunjukkan pada Lampiran 9-17. Penelitian mengenai *respiratory burst* dengan menggunakan ELISA reader dilakukan oleh Arulvasu *et al.*, (2013) mengamati aktivitas *respiratory burst* dengan panjang gelombang 540 nm, sedangkan Saraswati (2013) menggunakan panjang gelombang 655 nm. Setelah didapat hasil dari bacaan ELISA reader kemudian dirata-rata tiap sampel untuk mendapatkan hasil.

3.6 Metode Pengukuran Kualitas Air

3.6.1 Metode Pengambilan Sampel Kualitas Air

1. Parameter Fisika

a) Suhu

Prosedur pengukuran suhu pada perairan di lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan DO meter
- Menekan tombol power dan dibiarkan $\pm 3 - 5$ menit sampai dalam keadaan stabil.

- Menekan tombol bertanda panah ke atas dan ke bawah secara bersamaan kemudian dilepaskan.
- Menekan mode sampai terbaca °C
- Menaikkan atau diturunkan nilai altitude dengan menggunakan tombol tanda panah ke atas dan ke bawah sampai sesuai dengan nilai altitude dan tekan enter. DO meter siap digunakan, memasukan probe ke perairan.
- Menyalakan DO meter, ditunggu sampai angka stabil dimana angka atas menunjukkan nilai suhu perairannya dan mencatat hasilnya.

b) Salinitas

Pengukuran salinitas/ kadar garam menggunakan alat refraktometer tipe atago Hand Refraktometer S/mill E. Sebelum menggunakan, terlebih dahulu mengkalibrasi kaca refraktometer dengan aquades dan mengeringkan dengan tissue hingga refraktometer menunjukkan angka nol (0). Setelah itu meneteskan air sampel uji pada kaca refraktometer kemudian mengarahkan pada sumber cahaya dan mengamati angka yang ditunjukkan oleh batas biru sebelah kanan refraktometer dan mencatat hasilnya.

2.Parameter Kimia

a) Dissolved Oxygen (DO) (Khopkar, 2007)

Pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO) dilakukan menggunakan alat DO meter Extech 407510 Heavy Duty Dissolved Oxygen Meter. Pengukuran menurut Khopkar (2007) dengan cara:

Urutan kerja kalibrasi DO meter adalah :

- 1) Menyiapkan buffer pH 7 dan buffer pH 4
- 2) Membilas elektroda dengan air DI (De Ionisasi/ air bebas ion) dan keringkan dengan menggunakan kertas tisu

- 3) Menyalakan DO meter dengan menekan tombol ON/OFF.
- 4) Memasukan elektroda kedalam larutan buffer pH 7
- 5) Membiarkan beberapa saat sampai nilai yang tertera di display tidak berubah
- 6) Mengangkat elektroda dari larutan buffer pH 7, kemudian membilas dengan air DI beberapa kali dan mengeringkan dengan kertas tisu
- 7) Memasukan elektroda kedalam larutan buffer pH 4
- 8) Membiarkan beberapa saat sampai nilai yang tertera di display tidak berubah
- 9) Mengangkat elektroda dari larutan buffer pH 4, kemudian membilas dengan air DI beberapa kali dan keringkan dengan kertas tisu
- 10) Pada layar bagian bawah akan muncul angka 7 dan angka 4 yang menunjukkan DO meter tersebut telah dikalibrasi dengan buffer pH 7 dan buffer pH 4
- 11) DO meter telah siap digunakan
- 12) Menyiapkan sampel larutan yang akan di check DO-nya.
- 13) Jika larutan panas, biarkan larutan mendingin sampai dengan suhunya sama dengan suhu ketika kalibrasi. Contohnya jika kalibrasi dilakukan pada suhu 20°C maka pengukuran pun dilakukan pada suhu 20°C.
- 14) Menyalakan DO meter dengan menekan tombol ON/OFF.
- 15) Memasukan elektroda kedalam sampel, kemudian memutar agar larutan homogeny.
- 16) Nilai DO yang ditunjukan pada layar adalah nilai DO larutan yang di check
- 17) Mematikan DO meter dengan menekan kembali tombol ON/OFF.

b) pH (Derajat Keasaman)

Prosedur analisis derajat keasaman (pH) pada perairan di lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

- c) Memasukkan pH paper ke dalam air sampel selama 2 menit.

- d) Mengangkat pH paper ke atas dan mengkibas-kibaskan hingga setengah kering.
- e) Mencocokkan warna pH paper pada kotak standart.
- f) Mencatat hasil pengukuran.

c) Amoniak (NH₃) (SNI08-6989. 30-2005)

Prosedur pengukuran kadar amoniak air dilakukan sebagai berikut:

- 1) Mengambil 25 ml sampel uji masukan ke dalam erlenmeyer 50 ml.
- 2) Menambahkan 1 ml larutan *fenol*, dihomogenkan.
- 3) Menambahkan 1 ml *natriumnitroprusid*, dihomogenkan.
- 4) Menambahkan 2,5 ml larutan pengoksidasi, dihomogenkan.
- 5) Menutup erlenmeyer dengan plastik atau *parafilm*, biarkan 1 jam.
- 6) Memasukkan ke dalam *cuvet* pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm.

Perhitungan:

$$\text{Kadar ammonia (mg /L)} = C \times fp \dots\dots\dots(18)$$

Keterangan:

C :kadar yang didapat dari hasil pengukuran (mg/l)

fp :faktor pengenceran

d) Nitrit (NO₂) (SNI06-6989. 9-2004)

Prosedur pengukuran kadar Nitrit air dilakukan dengan cara sebagai berikut menurut SNI 06-6989.9-2004 :

- 1) Mengambil 50 mL contoh uji, masukkan kedalam gelas piala 200 mL.
- 2) Menambahkan 1 mL larutan sulfanilamida, kocok dan biarkan 2 menit sampai dengan 8 menit.
- 3) Menambahkan 1 mL larutan NED dihidrochlorida, kocok biarkan selama 10 menit dan segera lakukan pengukuran (pengukuran tidak boleh dilakukan lebih dari 2 jam).

4) Membaca absorbansinya pada panjang gelombang 543 nm.

5) Perhitungan :

a. Kadar Nitrit

- Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji kedalam kurva kalibrasi.
- Kadar nitrit adalah hasil pembacaan larutan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

b. Persen Temu Balik (% Recovery)

Pembuatan spike matrix:

- 40 mL contoh uji ditambah 10 mL larutan baku $\text{NO}_2^- \text{ N } 0,5 \text{ mg/L}$.
- Lakukan langkah pada butir 3.6 b) sampai dengan 3.6 d).
- Dengan rumus:

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(E-F)(100\%)}{G} \dots\dots\dots (19)$$

Dengan pengertian:

E = Kadar contoh uji yang di spike, mg/L;

F = kadar contoh uji yang tidak di spike, mg/L;

G = kadar standar yang ditambahkan (target value), mg/L;

$$G = \frac{(y)(z)}{v} \dots\dots\dots (20)$$

Dimana : y = volume larutan baku yang ditambahkan, mL;

 z = adalah kadar larutan baku;

 v = volume akhir contoh uji yang di spike, mL

e) Hidrogen Sulfida (H_2S) (SNI06-6989. 9-2004)

Analisis H_2S ditentukan sebagai analisis S^{2-} dengan menggunakan metode iodometrik menurut APHA (1989). Sampel air tambak sebanyak 5 ml ditambah dengan 1 ml larutan iodium dan 2 tetes HCl 6N kemudian dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai warna menjadi kuning terang. Setelah itu ditambah

dengan 2 tetes indikator amilum dan dititrasi kembali sampai warna biru hilang.

Selanjutnya konsentrasi H_2S dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$H_2S \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{34}{32} \times \frac{[(axb) - (cxd)] \times 16000}{ml \text{ sample}} \dots\dots\dots$$

dimana:

a : ml larutan iodium

b : normalitas larutan iodium

c : ml larutan $Na_2S_2O_3$

d : normalitas larutan $Na_2S_2O_3$

f) Total Suspended Solid (TSS) (SNI06-6989. 3-2004)

Prosedur pengukuran kadar "Total Suspended Solid" (TSS) air dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Melakukan penyaringan dengan peralatan vakum.
- 2) Membasahi saringan dengan sedikit air suling.
- 3) Mengaduk sampel uji dengan pengaduk magnetik agar homogen.
- 4) Mengambil menggunakan pipet sampel uji dengan volume tertentu, pada waktu sampel diaduk dengan pengaduk magnetik.
- 5) Mencuci 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.

- 6) Memindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan *cawan gooch* pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- 7) Mengeringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- 8) Mengulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Keterangan:

- Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume sampel uji.
- Ukur volume sampel uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, perbesar volume sampel uji sampai 1000 ml.

Perhitungan:

$$\text{MgTSSperliter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volumecontohuji,ml}} \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan:

- A : berat kertas saring + residu kering (mg)
- B : berat kertas saring (mg)

3.7 Analisa Data

Menurut untuk analisa data pada penelitian ini menggunakan analisa varians satu arah berdasarkan peringkat kruskal-wallis, kita menyajikan data yang tersedia untuk analisa, gantikan masing-masing nilai pengamatan yang asli dengan peringkat yang relative terhadap semua nilai pengamatan dalam ke $-k$ sampel. Jika $N = \sum_{i=1}^k n_i$ adalah total banyaknya nilai pengamatan dalam ke- k sampel, peringkat 1 kita berikan kepada nilai yang paling kecil, peringkat kedua kepada yang berikutnya, dan seterusnya sampai kenilai yang paling besar, yang kita beri peringkat N . Statistik uji yang secara intuitif menarik adalah statistik uji yang dapat memutuskan apakah jumlah peringkat cukup berbeda sehingga jumlah itu mustahil setelah dirunutkan dari sampel-sampel dari populasi yang identic jadi mengarah ke penolakan H_0 atau apakah jumlah peringkat itu begitu mirip sehingga kita tidak dapat menolak hipotesis tentang distribusi populasi yang identic. Statistik uji Kruskal-Wallis dapat kita tulis sebagai

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i} \left[R_i - \frac{n_i(N+1)}{2} \right]^2$$

Dengan R_i adalah jumlah peringkat-peringkat yang ditetapkan bagi hasil-hasil pengamatan di sampel ke- i $n_i(N+1)/2$ adalh jumlah peringkat yang diharapkan. Agar lebih muda dihitung persamaanya dapat diubah menjadi.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Apabila yang kita amati tiga sampel dan masing-masing sampel terdiri atas 5 pengamatan atau kurang dari itu, maka kita membandingkan nilai H hasil perhitungan dengan nilai-nilai statistik uji. Kita membandingkan nilai H hasil

perhitungan dengan nilai kai-kuadrat untuk derajat bebas k-1. Itu kita lakukan karena Kruskal (T-2) telah memperlihatkan bahwa ni dan k yang besar, H kurang lebih tersebar dengan distribusi kai-kuadrat untuk derajat bebas k-1.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Stasiun Pengamatan I

Pantai Timur Surabaya atau yang lebih dikenal dengan sebutan Wonorejo, adalah sebuah kawasan hutan bakau (mangrove) di pesisir timur Surabaya dan terletak di bagian timur kota Surabaya yang berbatasan langsung dengan Selat Madura. Secara administratif, Pamurbaya meliputi empat kelurahan di tiga Kecamatan, yakni Kelurahan Keputih di Kecamatan Sukolilo, Kelurahan Wonorejo dan Medokan Ayu di Kecamatan Rungkut, serta Kelurahan Gunung Anyar Tambak di dalam Kecamatan Gunung Anyar. Secara geografis, Wonorejo terletak memanjang dari selatan ke utara dengan batas 1120 47' 52,52" BT; 1120 50' 47,34" BT; dan 70 15' 30" LS; 70 20' 45" LS. Suhu udara rata-rata berkisar antara 26,60-30,30C. gambar lokasi dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi estuaria sungai Surabaya.

Wilayah Pamurbaya terletak di tepi Selat Madura yang luasnya relatif sempit. Daerahnya merupakan bentang alam yang relatif datar dengan kemiringan antara 0-3%. Keberadaan Wonorejo sangat berperan penting bagi Kota Surabaya, terkait dengan hal pengendalian banjir, dimana lokasi Pamurbaya yang ada di ujung aliran sungai di Surabaya. Secara ekologis, kehadiran hutan

bakau di kawasan ini berfungsi untuk melindungi pantai dari abrasi, serta melindungi keanekaragaman hayati pesisir yang tersisa di Surabaya. Bagi masyarakat Surabaya, keberadaan hutan bakau di Wonorejo membantu terjadinya infiltrasi atau penyerapan air laut ke dalam air tanah.

4.1.2 Stasiun Pengamatan II

Lokasi daerah muara Sungai Porong di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur pada posisi diantara $7^{\circ}34'11.86''$ S dan $112^{\circ}52'22.71''$ E. Kecamatan Jabon sendiri terletak pada posisi geografis dengan koordinat diantara $7^{\circ}32'56.67''$ S dan $112^{\circ}47'19.19''$ E. Secara geografis, Kecamatan Jabon berbatasan langsung dengan Kec. Tanggulangin di sebelah utara, Kec. Porong di sebelah barat, Kec. Bangil di sebelah selatan, dan Selat Madura di sebelah timur. Sebagaimana yang terdapat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Lokasi Estuaria sungai Porong.

Pada awalnya Sungai Porong berfungsi sebagai sumber kegiatan ekonomi masyarakat daerah aliran sungai, antara lain sebagai mata pencaharian nelayan, irigasi pertanian dan pertambakan serta keperluan domestik bagi penduduk. Namun sungai ini disinyalir telah mendapat banyak masukan bahan pencemar seperti air limbah industri, limbah domestik, maupun limbah pertanian. Sehingga hal ini jika semakin banyak terakumulasi dalam badan air maka akan mempengaruhi kualitas air dari sungai Porong tersebut maupun sungai – sungai

kecil disekitarnya. Bahkan sejak munculnya lumpur panas Sidoarjo di Kecamatan Porong tanggal 27 Mei 2006 dengan luapan lumpur antara 120.000 sampai 130.000 m³ setiap harinya, turut memperparah beban Sungai Porong terhadap polutan atau pencemar, dikarenakan penampung atau tanggul tidak dapat menampung lumpur tersebut, sehingga lumpur harus dialirkan ke laut melalui sungai tersebut.

4.1.3 Stasiun Pengamatan III

Keadaan umum lokasi Unit Pelaksanaan Teknis Pengembangan Budidaya Air Payau (UPTPBAP) Bangil terletak di kecamatan Bangil kabupaten Pasuruan memiliki daerah pertambakan yang cukup luas yaitu sekitar 12 hektar. Dimana terdapat beberapa komoditi budidaya air payau dan salah satunya adalah pembesaran ikan bandeng dan sampai saat ini berbagai kegiatan masih aktif dan dalam tahap pengembangan. Sebagaimana yang terdapat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Lokasi Bpap Bangil

4.2 Kondisi Hematologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

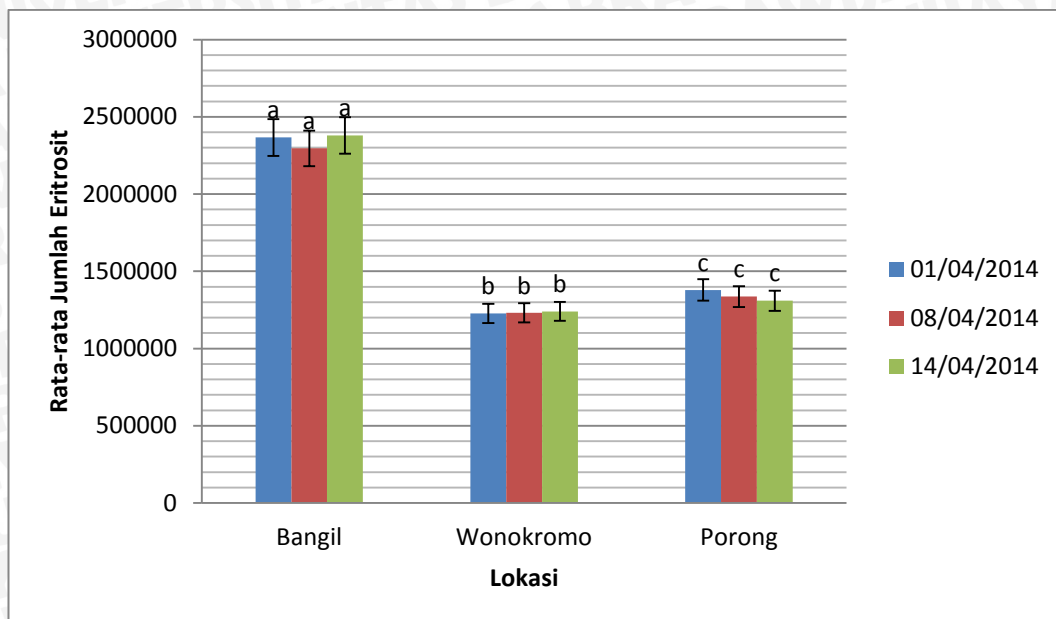
4.2.1 Total Eritrosit

Hasil penelitian didapatkan nilai sel darah merah ikan Bandeng pada masing – masing lokasi penelitian antara lain di BPAP Bangil, estuaria sungai Wonorejo, dan estuaria sungai Porong dilihat dalam table 2 dibawah ini.

Tabel 2. Rata – rata Jumlah Eritrosit (sel/mm³) pada ikan Bandeng yang di tangkap dari Bangil, wonokromo dan porong

No	Tanggal	Jumlah Eritrosit sel/mm ³		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	01-04-2014	2366000±3174,32	1227000±2448	1378900±1358,5
2	08-04-2014	2296000±2157,38	1231000±2004,61	1336000±1237,82
3	14-04-2014	2379500±3211,56	1240400±2331,24	1309000±1091,72

Dari data table 2 diatas didapatkan gambar 4 pada grafik dibawah mengetahui perbedaan jumlah eritrosit. Untuk mengetahui pengaruh lokasi yaitu Delta sungai Brantas (sungai Porong, dan sungai Surabaya) yang diduga tercemar. Hasil seperti yang disajikan pada lampiran . Dari hasil pengujian menggunakan uji Kruskal Wallis didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap jumlah eritrosit ikan Bandeng yang ditemukan di lokasi Bpap Bangil yang diduga tidak tercemar. Berikut adalah grafik total jumlah eritrosit dari ikan yang diambil dari Bpap Bangil dan dari Delta sungai Brantas yang ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Jumlah total eritrosit pada 3 ekor ikan yang diambil dari Bpap Bangil dan Delta sungai Brantas (sungai Porong, dan sungai Surabaya)

Hasil pengamatan total eritrosit ikan Bandeng dari 3 lokasi penelitian pada table 2 diatas dan grafik di atas didapatkan hasil bahwa Bangil berbeda nyata dengan Wonokromo, selanjutnya didapatkan hail yang sama yaitu Bangil Berbeda nyata dengan Porong, dan juga Wonokromo tidak berbeda nyata dengan Porong, dan untuk mengetahui perbedaan jumlah eritrosit dengan menggunakan pengujian Kruskal Wallis dengan didapatkan hasil perhitungan nilai terendah dan tertinggi sebagai berikut : total eritrosit ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil memiliki nilai terendah = 2.020.000 sel/mm³ dan tertinggi mendapatkan nilai 2.537.500 sel/mm³ . Jumlah eritrosit Ikan Bandeng yang ditemukan di estuaria sungai porong lebih sedikit dibanding eritrosit ikan Bandeng yang ditemukan di Bpap Bangil, dimana lokasi estuaria sungai porong letaknya dekat dengan pemukiman warga, persawahan, tambak ikan bandeng dan lele serta dapat masukan lumpur lapindo brantas dan hasil eritrosit yaitu sebagai berikut : nilai terendah = 1.077.500 sel/mm³, nilai tertinggi = 1.990.000

sel/mm³. Sedangkan jumlah eritrosit ikan Bandeng yang ditemukan di Estuaria sungai Surabaya jumlah eritrositnya lebih rendah dibandingkan dengan jumlah eritrositnya Bpap Bangil dan estuaria sungai porong. Sebagaimana lokasi estuaria Sungai Surabaya ini di daerah padat penduduk yang sebagian besar masyarakat memanfaatkan sungai ini untuk mencuci pakaian maupun MCK serta banyak perusahaan industri disekitar sungai ini yang membuang hasil produksinya ke sungai Surabaya. Total eritrosit ikan Bandeng dari estuaria sungai Surabaya yaitu nilai terendah = 1.175.000 sel/mm³, dan tertinggi = 1.297.500 sel/mm³. Hal ini sesuai dengan Irianto (2005), Jumlah eritrosit pada ikan teleostei berkisar antara $(1,05 - 3,0) \times 10^6$ sel/mm³.

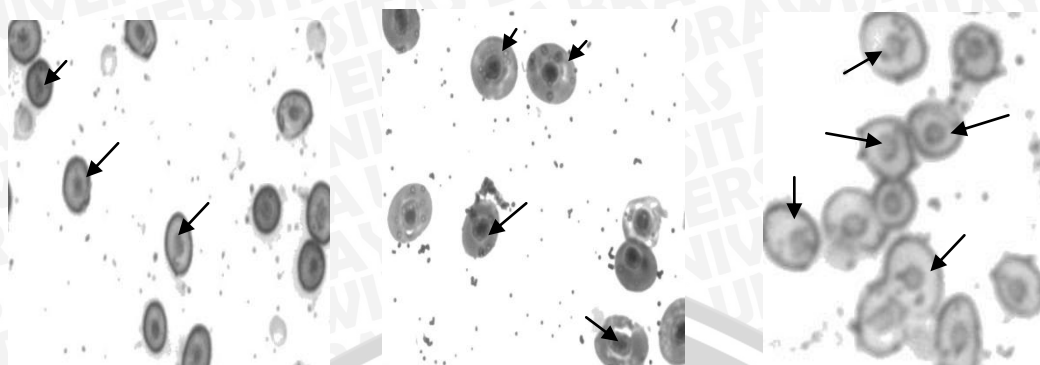
Penelitian yang terkait jumlah eritrosit telah diteliti oleh Arnaudova et al., (2008) pada tiga spesies berbeda (*Alburnus alburnus*, *Scardinius erythrophthalmus* dan *Perca fluviatilis*); Menurut Wells et al (2005) Pada ikan bandeng yang sehat, jumlah sel darah merah berkisar antara $1.05 - 3.00 \times 10^6$ sel/mm³ darah (Robert, 1978), sel darah merah ikan berkisar antara 20.000-3.000.000 sel tiap mm³ darah. Menurut Bioshop et al (1952) meyakini bahwa eritrosit ikan berinti dan jumlahnya bervariasi tergantung pada spesies, kondisi ikan yang stress dan suhu lingkungan yang mempengaruhinya, tetapi pada umumnya jumlah sel darah merah ikan berkisar $1,05 - 3,0 \times 10^6$ sel/mm³.

Eritrosit pada ikan merupakan jenis sel darah yang paling banyak jumlahnya. Bentuk eritrosit pada semua jenis ikan hampir sama. Eritrosit pada ikan memiliki inti, seperti pada bangsa burung dan reptil. Jumlah eritrosit pada ikan teleostei berkisar antara $(1,05 - 3,0) \times 10^6$ sel/mm³ (Irianto 2005). Eritrosit berwarna kekuningan, berbentuk lonjong, kecil, dengan ukuran berkisar antara 7 - 36 μ m (Lagler et al. 1977). Eritrosit yang sudah matang berbentuk oval sampai bundar, inti berukuran kecil dengan sitoplasma besar. Jika diwarnai dengan pewarnaan

Giemsa, inti sel akan berwarna ungu dan dikelilingi oleh plasma berwarna biru muda (Dopongtonung, 2008).

Menurut pendapat Wedemeyer dan Yasutake (1977) jumlah eritrosit yang tinggi dijumpai apabila ikan stress, karena darah yang di limpa akan terpompa ke pembuluh darah. Jumlah eritrosit bervariasi pada tiap spesies dan biasanya dipengaruhi oleh stres dan suhu lingkungan (Roberts, 2001). Menurut Kori-Siakpere *et al.*, (2005), banyak faktor yang dapat mempengaruhi gambaran darah ikan. Faktor-faktor tersebut yaitu musim, pemijahan, migrasi, jenis kelamin dan variasi genetik pada suatu spesies ikan. Selain itu faktor lain yang dapat menyebabkan variasi nilai hematologis pada spesies ikan, antara lain penangkapan, penanganan dan prosedur pengambilan darah.

Berdasarkan hasil pengamatan di laboratorium mengenai jumlah total sel darah merah (Eritrosit) dari ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil didapatkan bahwa jumlah total eritrositnya lebih banyak dibandingkan dengan ikan Bandeng yang diambil dari sungai Porong sedangkan total jumlah eritrosit ikan bandeng yang diambil dari sungai Surabaya lebih sedikit daripada sungai Porong. Jumlah total eritrosit yang diambil dari sungai Surabaya lebih rendah dibandingkan jumlah eritrosit ikan yang diambil dari sungai Porong dan Bpap Bangil. Hasil perbandingan antar lokasi semua sebagai berikut : Bpap Bangil > sungai Porong > sungai Surabaya. Berdasarkan pengamatan didapatkan gambar 5 sebagai berikut.



(a) (b)

(c)

Gambar 5. Hasil pengamatan penampang sel darah merah ikan Bandeng : a) eritrosit dari Bpap Bangil, b) eritrositt dari Sungai Surabaya, c) eritrosit dari Sungai Porong

Kondisi sel darah merah perlu diketahui untuk menilai fisiologi tubuh. Eritrosit yang cukup ikut menjamin jumlah oksigen yang cukup untuk sel – sel di berbagai jaringan sehingga sel – sel tersebut dapat bekerja sebaik- baiknya. Sebaliknya apabila jumlah eritrosit berkurang maka keadaan tersebut ada indikasi masuknya benda asing atau toksik kedalam tubuh (Sadikin (2002) dalam Muhusini (2005)).

Sel darah merah (eritrosit) mempunyai komponen penyusun yang sangat banyak apabila tiap komponen ini mengalami gangguan maka akan menyebabkan kerusakan sel eritrosit tidak dapat berfungsi dengan baik. Tingkat kerusakan dapat terjadi pada tingkat membran itu sendiri, tepatnya protein yang berada di bawa membran dan berperan dalam mempertahankan membran. Keberadaan pathogen ternyata juga mampu merusak membran sel eritrosit dalam kondisi akut (Muhusini, 2005).

Tingginya jumlah eritrosit pada ikan dengan kondisi yang sehat disebabkan karena kondisi lingkungan yang sesuai dan mendukung untuk perkembangan, pertumbuhan serta reproduksi ikan dan juga tidak adanya faktor stres. Hal ini beda lagi dengan ikan dalam kondisi sakit, karena adanya benda asing atau toksin yang masuk dalam tubuh sehingga jumlah eritrosit berkurang karena tubuh

harus melawan benda asing tersebut. Perbedaan tersebut karena adanya pengaruh dari berbagai faktor baik faktor dari luar (eksternal) maupun faktor dari dalam (internal). Faktor internal salah satunya yaitu umur dari ikan Bandeng sedangkan faktor eksternal sangat banyak yaitu kondisi lingkungan, temperatur dan penyakit. Menurut Fujaya (2004), jumlah eritrosit pada setiap jenis ikan bervariasi tergantung pada spesies ikan, kondisi lingkungan, keadaan stress dan temperatur.

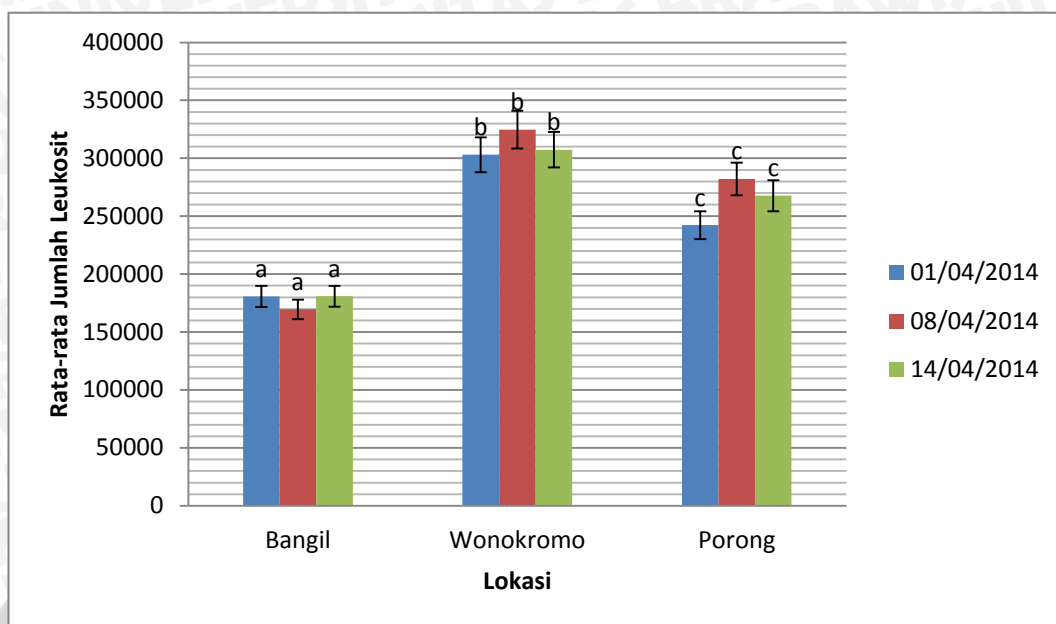
4.2.2 Total Leukosit

Hasil penelitian didapatkan hasil Jumlah Total Leukosit dari ikan Bandeng yang diambil dari BPAP Bangil, estuaria sungai Wonorejo, dan estuaria sungai Porong. Dapat dilihat Sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Rata – rata Jumlah Leukosit (sel/mm³) pada ikan Bandeng yang ditangkap dari Bangil, wonokromo, dan Porong.

No	Tanggal	Jumlah Leukosit sel/mm ³		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	01-04-2014	180750±422,57	303050±441,57	242250±324,33
2	08-04-2014	169550±239,77	324640±459,11	282250±339,16
3	14-04-2014	180875±265,9	307350±434,65	267750±366,63

Dari data table 3 diatas didapatkan gambar 5 pada grafik dibawah mengetahui perbedaan jumlah leukosit Untuk mengetahui pengaruh lokasi yaitu Delta sungai Brantas (sungai Porong, dan sungai Surabaya) yang diduga tercemar. Hasil seperti yang disajikan pada lampiran . Dari hasil pengujian menggunakan uji Kruskal Wallis didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap jumlah leukosit ikan Bandeng yang ditemukan di lokasi Bpap Bangil yang diduga tidak tercemar. Berikut adalah grafik total jumlah eritrosit dari ikan yang diambil dari Bpap Bangil dan dari Delta sungai Brantas yang ditunjukkan pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Jumlah total Leukosit pada 3 ekor ikan yang diambil dari Bpap Bangil dan Delta sungai Brantas (sungai Porong, dan sungai Surabaya)

Berdasarkan data diatas menunjukkan hasil perhitungan rata – rata total Leukosit pada ikan Bandeng dan untuk mengetahui perbedaan jumlah leukosit dari ketiga lokasi tersebut dapat menggunakan pengujian Kruskal Wallis dari 3 lokasi penelitian yang berbeda adalah sebagai berikut : total leukosit ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil nilai tertinggi adalah = 212.500 sel/mm³, dan nilai terendah adalah = 137.500 sel/mm³ . Sedangkan ikan Bandeng yang diambil dari sungai porong jumlah leukosit tertinggi adalah = 325.000 sel/mm³, dan nilai terendah adalah = 221.250 sel/mm³. Sedangkan jumlah Leukosit dari ikan yang diambil dari sungai Surabaya nilai tertinggi adalah = 362.750 sel/mm³, dan nilai terendah adalah = 243.750 sel/mm³. Hasil ini memperlihatkan bahwa jumlah leukosit lebih tinggi dari kisaran nilai normal yaitu pada stasiun 2 dan 3. Jumlah yang tinggi ini dikarenakan perairan ini dalam keadaan tercemar dan mengakibatkan ikan yang diamati dalam keadaan setrss serta ikan mudah terserang penyakit. Seperti yang dilaporkan oleh Moyle dan Chech (1988) dalam

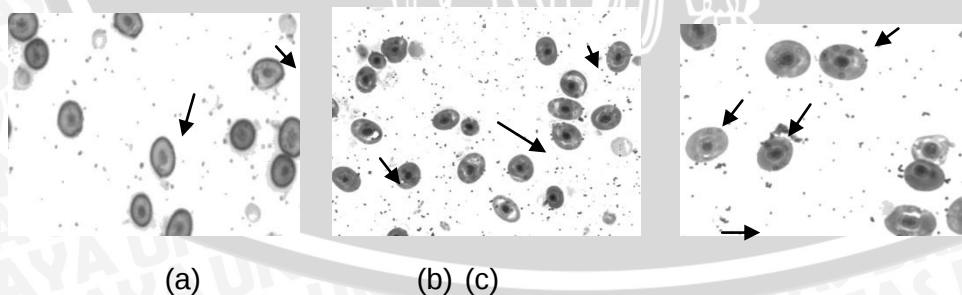
Dopongtonung (2008), yaitu jumlah leukosit total tiap mm^3 darah ikan teleostei berkisar antara 20.000-150.000 butir.

Pada hasil penelitian yang direview oleh O'Halloran et al., (1998) menunjukkan bahwa ikan *Goldfish* dan *Zebrafish* mengalami penurunan jumlah total leukosit di daerah tercemar cadmium, tembaga dan seng. Hedayati et al., (2010) menunjukkan pada spesies *Achantopagrus latus* yang tercemar *mercury chloride* mengalami peningkatan jumlah total leukosit. Sedangkan Risjani et al., (2014) menunjukkan bahwa ikan yang hidup pada lingkungan tercemar memiliki nilai leukosit yang lebih tinggi pada ikan Gabus dan ikan Bandeng, serta lebih rendah pada ikan Mujahir. Penelitian kami menunjukkan bahwa ikan yang tercemar memiliki jumlah total leukosit yang lebih tinggi, hal ini berdasarkan Risjani et al., (2014), peningkatan jumlah leukosit menunjukkan bahwa kontaminan dalam lingkungan bertindak sebagai antigen pada ikan, menyebabkan proliferasi sel-sel pertahanan. Tingginya jumlah total leukosit merupakan mekanisme pertahanan umum terhadap agen invasif, seperti penyakit menular atau polutan, di sisi lain leukosit merupakan komponen responsif dari sistem kekebalan tubuh. Beberapa penelitian diatas menunjukkan perbedaan bahwa kadar leukosit dapat tinggi atau lebih rendah bergantung pada spesies serta kondisi biologis ikan

Menurut Rastogi (1997) menyatakan bahwa Jumlah sel darah putih pada ikan berkisar antara 20.000-150.000 sel/ mm^3 darah. Sel darah putih ini memiliki bentuk mulai dari lonjong sampai bulat (Lagler et al. 1977). Pada ikan sehat, jumlah dan proporsi masing – masing komponen darah relatif konstan. Dikemukakan oleh Randall (1970) bahwa volume darah pada ikan teleostei, holostei, dan chondrostei adalah sekitar 3% dari bobot tubuh. Amlecher (1970) menyatakan bahwa darah akan mengalami perubahan serius khususnya bila terkena penyakit infeksi. Menurut Lagler et al (1997) menyatakan bahwa

adapaun jumlah leukosit ikan bervariasi diantaranya $2 - 15 \times 10^4$ sel/mm³. Menurut penelitian Indarti (2004) menyatakan bahwa pada ikan dengan berat sekitar 20 – 25 gr memiliki kandungan leukosit $5,13 \pm 1,02 \times 10^4$ sel/mm³. Menurut Noercholis (2013) menyatakan bahwa Leukosit memiliki jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan sel darah merah, yaitu berkisar antara 20.000/mm³ hingga 150.000/mm³. Bentuk sel darah putih adalah lonjong hingga bulat. Leukosit terdiri dari agranulosit (monosit dan limfosit) dan granulosit (heterofil, eosinofil dan basofil). Leukosit memiliki bermacam-macam fungsi, erat kaitannya untuk menghilangkan benda asing (termasuk mikroorganisme patogen). Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah leukosit adalah kondisi dan kesehatan tubuh ikan.

Berdasarkan dari pengamatan jumlah total Leukosit dari ikan Bandeng yang diambil dari Bap Bangil dan Delta sungai Brantas (sungai porong, dan sungai Surabaya) yang disajikan pada lampiran dan didapatkan hasil total Leukosit yang berbeda. Nilai total leukosit tertinggi pada ikan Bandeng yang diambil dari sungai Porong, kemudian dari ikan Bandeng yang diambil dari sungai Surabaya dan Bpap Bangil, Nilai total Leukosit terendah pada ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil. Berdasarkan pengamatan didapatkan gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Hasil pengamatan penampang sel darah putih ikan Bandeng : a) Leukosit dari Bpap Bangil, b) Leukosit dari Sungai Surabaya, c) Leukosit dari Sungai Porong

Perbedaan ini karena leukosit tidak diperlukan setiap saat oleh tubuh, tetapi sel ini diperlukan pada tempat terjadinya konflik dengan benda asing. Leukosit

akan dikerahkan untuk menghadang benda asing yang masuk ke dalam tubuh melalui aliran darah menuju tempat terjadinya konflik dengan benda asing (Sadikin, 2002). Pendapat ini didukung oleh Fujaya (2004) yang mengatakan bahwa apabila terjadi penyerangan benda asing dalam tubuh maka leukosit akan memberikan respon dengan meningkatkan jumlahnya dalam mempertahankan tubuh dari penyerangan benda asing tersebut. Leukosit merupakan sel darah yang mengkhususkan diri untuk mempertahankan tubuh dari benda dan sel asing. Fungsi leukosit tercermin dari asal usulnya yang sama dengan eritrosit yaitu sel-sel “akar” (stem cells) yang secara terus menerus membelah didalam ginjal, limpa dan thymus.

Ketika benda asing masuk dalam tubuh ikan maka secara otomatis stem cells akan memproduksi leukosit dalam jumlah besar untuk melawan benda asing yang selalu dipandang mempunyai kemungkinan untuk mendatangkan bahaya bagi kelangsungan hidup individu. Apabila benda asing tersebut cukup banyak dan memerlukan waktu yang cukup lama dalam hal penanganannya maka sebagian dari leukosit dapat memperbanyak diri dengan mitosis (Sadikin, 2002).

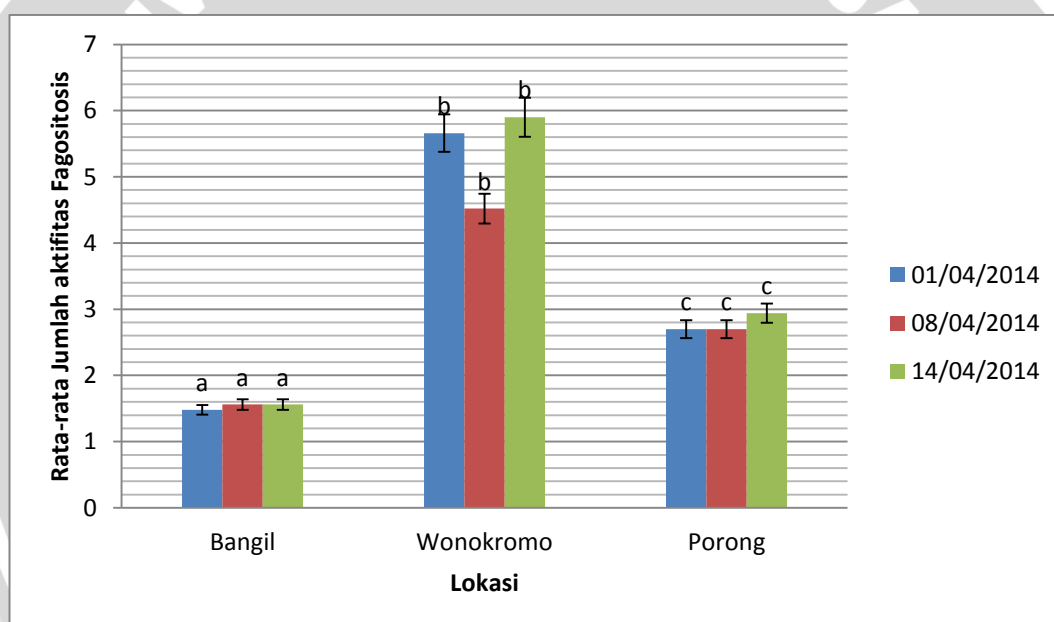
4.3 Aktivitas Fagositosis Makrofag

Dari penelitian didapatkan hasil Jumlah Total aktifitas Fagositosis dari ikan Bandeng yang diambil dari BPAP Bangil, estuaria sungai Wonorejo, dan estuaria sungai Porong. Dapat dilihat Sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Aktivitas Fagositosis Makrofag pada ikan Bandeng yang ditangkap dari Bangil, Wonokromo, dan Porong.

No	Tanggal	Jumlah Fagositosis Makrofag		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	01-04-2014	1,48±0,66	5,66±2,53	2,7±1,207
2	08-04-2014	1,56±0,69	4,52±2,021	2,7±1,207
3	14-04-2014	1,56±0,69	5,9±2,64	2,94±1,29

Dari data table 4 diatas didapatkan gambar 8 pada grafik dibawah mengetahui perbedaan jumlah fagositosis Untuk mengetahui pengaruh lokasi yaitu Delta sungai Brantas (sungai Porong, dan sungai Surabaya) yang diduga tercemar. Hasil seperti yang disajikan pada lampiran . Dari hasil pengujian menggunakan uji Kruskal Wallis didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap jumlah leukosit ikan Bandeng yang ditemukan di lokasi Bpap Bangil yang diduga tidak tercemar. Berikut adalah grafik total jumlah eritrosit dari ikan yang diambil dari Bpap Bangil dan dari Delta sungai Brantas yang ditunjukkan pada gambar 8 dibawah ini.



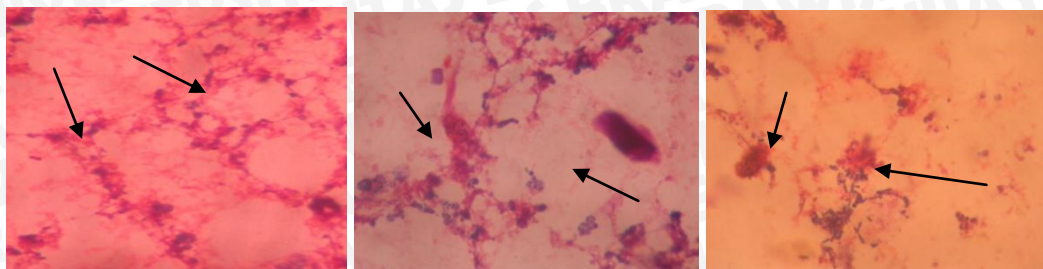
Gambar 8. Jumlah Aktifitas Fagositosis pada 3 ekor ikan yang diambil dari Bpap Bangil dan Delta sungai Brantas (sungai Porong, dan sungai Surabaya)

Berdasarkan data diatas menunjukkan hasil perhitungan rata – rata total nilai Fagositosis pada ikan Bandeng dari 3 lokasi penelitian, untuk mengetahui perbedaan jumlah fagositosis dari ikan bandeng ini dengan menggunakan pengujian Kruskal Wallis didapatkan hasil yang berbeda adalah sebagai berikut : total fagositosis ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil nilai tertinggi adalah = 1,8 dan nilai terendah adalah = 1,1 . Sedangkan ikan Bandeng yang

diambil dari sungai porong jumlah fagositosis tertinggi adalah = 3,3 dan nilai terendah adalah = 2,4. Sedangkan jumlah fagositosis dari ikan yang diambil dari sungai Surabaya nilai tertinggi adalah = 8,4, dan nilai terendah adalah = 3,5.

Penelitian yang terkait aktivitas fagositosis yang direview oleh O'Halloran et al., (1998), pada ikan yang tercemar Cu didapat aktivitas fagositosis yang tinggi pada ikan *Dab* dan yang rendah pada ikan Asian catfish dan Zebrafish, pada ikan European carp yang tercemar Mangan didapat aktivitas fagositosis yang tinggi, pada ikan Zebrafish yang tercemar Seng didapat aktivitas fagositosis yang tinggi. Risjani et al., (2014), menunjukkan bahwa ikan Mujahir, Gabus, Bandeng yang tercemar didapat aktivitas fagositosis yang rendah. Penelitian kami memiliki hasil bahwa ikan yang tercemar memiliki aktivitas fagositosis yang tinggi. Menurut Amrullah (2004), pola peningkatan prosentase indeks fagositosis ini merupakan fungsi dari peningkatan total leukosit maupun prosentase jenis leukosit masing-masing pada limfosit, monosit dan neutrofil.

Berdasarkan dari pengamatan jumlah total fagositosis dari ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil dan Delta sungai Brantas (sungai porong, dan sungai Surabaya) yang disajikan pada lampiran dan didapatkan hasil total fagositosis yang berbeda. Nilai total fagositosis tertinggi pada ikan Bandeng yang diambil dari sungai surabaya, kemudian dari ikan Bandeng yang diambil dari sungai porong dan Bpap Bangil, gambar penelitian dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini.



(a) (b) (c)

Gambar 9. Hasil pengamatan penampang fagositosis ikan Bandeng : a) fagositosis dari Bpap Bangil, b) fagositosis dari Sungai Surabaya, c) fagositosis dari Sungai Porong

Peningkatan aktivitas fagositosis makrofag selain diakibatkan oleh interaksi langsung dengan agen penginfeksi seperti mikroorganisme, dapat juga diaktifkan oleh produk limfosit (limfokin) yang dirangsang oleh antigen atau bahan aktif ekstrak *G. verrucosa*. Sekali sel makrofag diaktifkan maka akan menunjukkan aktivitas metabolitnya dan peningkatan fungsi yaitu untuk memfagositosis dan membunuh kuman serta memproses kuman tersebut

Proses fagositosis terjadi diawali dengan adanya kontak antara bakteri atau partikel dengan permukaan sel fagosit (makrofag). Agar terjadi fagositosis, sel-sel fagosit tersebut harus berjarak dekat dengan mikroorganisme tersebut dapat melekat pada permukaan sel fagosit. Untuk mencapai hal ini, maka sel fagosit harus bergerak menuju sasaran yang dibantu oleh mediator yang disebut kemotaktik yang diproduksi oleh bakteri (Darwin, 2006). Menurut Jian dan Wu (2004), dosis immunostimulan sangat penting untuk efektivitas immunostimulan. respon imun non-spesifik seperti fagositosis dan produksi radikal oksidatif secara cepat distimulasi oleh immunostimulan dan melindungi ikan dari serangan patogen ikan.

4.4 Aktifitas Respiratory Burst

Dari penelitian didapatkan hasil Total Aktifitas Respiratory burst dari ikan Bandeng yang diambil dari BPAP Bangil, estuaria sungai Wonorejo, dan estuaria sungai Porong. Dapat dilihat Sebagaimana ditunjukkan pada tabel 5 dibawah ini.

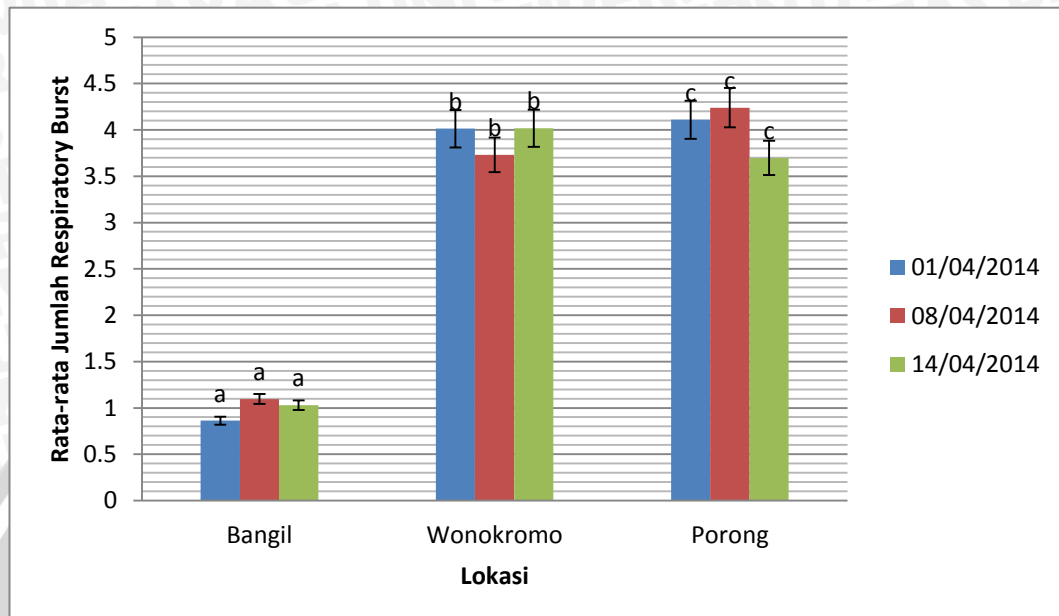
Tabel 5. Aktifitas Respiratory Burst Pada Ikan Bandeng dari Bangil, Wonokromo, dan Porong dan Respiratory Burst dilakukan pada OD 620

No	Tanggal	OD	Aktifitas Respiratory Burst		
			Bangil	Wonokromo	Porong
1	01-04-2014	620	0,863±0,387	4,0124±1,794	4,109±1,837
2	08-04-2014		1,0966±0,490	3,7292±1,667	4,2398±1,896
3	14-04-2014		1,0282±0,458	4,0166±1,796	3,6966±1,653

Berdasarkan data tabel 5 diatas menunjukkan hasil perhitungan rata – rata total nilai Respiratory Burst pada ikan Bandeng dari 3 lokasi penelitian untuk mengetahui perbedaan jumlah respirator burst dari ikan bandeng dengan menggunakan pengujian Kruskal Wallis yang berbeda adalah sebagai berikut : total respiratory burst ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil nilai tertinggi adalah = 1,663 dan nilai terendah adalah = 0,548 . Sedangkan ikan Bandeng yang diambil dari sungai porong jumlah respiratory burst tertinggi adalah = 4,519 dan nilai terendah adalah = 3,345. Sedangkan jumlah respiratory burst dari ikan yang diambil dari sungai Surabaya nilai tertinggi adalah = 4,506 dan nilai terendah adalah = 3,367 . Dapat dilihat pada gambar 10 grafik dibawah ini.

Penelitian oleh Bado-Nilles et al., (2013) pada Cottus sp. dengan kualitas air yang buruk di Eropa didapat nilai aktifitas *respiratory burst* yang tinggi. Singh et al., (2013) pada ikan yang tercemar Nitris mengalami peningkatan aktivitas respiratory burst. Penelitian kami memiliki hasil yang sama dengan penelitian tersebut diatas, dimana semakin tinggi kadar pencemar mak nilai aktivitas respiratory burst yang didapat juga semakin tinggi. Hal ini berkaitan pula dengan

aktivitas fagositosis yang diperoleh pada hasil penelitian kami, apabila nilai aktivitas fagositosis tinggi, maka nilai aktivitas respiratory burst pun juga tinggi.



Gambar 10. Grafik aktifitas respiratory burst pada 3 ekor ikan yang diambil dari Bpap Bangil dan Delta sungai Brantas (sungai Porong, dan sungai Surabaya)

Berdasarkan dari pengamatan jumlah total respiratory burst dari ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil dan Delta sungai Brantas (sungai porong, dan sungai Surabaya) yang disajikan pada lampiran dan didapatkan hasil total respiratory burst yang berbeda dari pengujian Kruskal Wallis. Nilai total respiratory burst tertinggi pada ikan Bandeng yang diambil dari sungai porong, kemudian dari ikan Bandeng yang diambil dari sungai surabaya dan Bpap Bangil, Nilai total respiratory burst terendah pada ikan Bandeng yang diambil dari Bpap Bangil. Proses respiratory burst yang dilakukan oleh sel hialin, akan disertai dengan metabolisme disertai dengan metabolisme berupa letupan atau lonjakan respiratory (respiratory burst). Pada peristiwa letupan tersebut akan terjadi kenaikan konsumsi oksigen, pembentukan reactive oksigen intermediates (ROIs), yaitu radikal bebas seperti anion superoxide (O_2^-), hydrogen peroksida

(H₂O₂), hidroksil radikal (OH) dan siglet oksigen (¹O₂) serta pembentukan enzim-enzim degradasi (Rodriguez and Muollac, 2000; supamattaya et al., 2000).

Dalam membrane hialin terdapat rantai transfer electron yang mengandung NADPH (Nicotinamide Adenine Dinucleotida Phosphate) oksidase, yang merupakan suatu sistem kompleks terdiri dari falvoprotein. NADPH oksidase aktif apabila ada kontak antara membrane hialin dengan partikel (Abbas et al., 2000). Anion superoksida merupakan substansi yang pertama kali dihasilkan pada saat terjadinya lonjakan respiratori (respiratory burst) yang dikatalis oleh enzim NADPH aksidase sehingga pengukurannya dapat dijadikan dasar untuk menentukan intensitas respiratory burst.

4.5 Morfologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Hasil pengamatan di lapang ikan Bandeng yang didapatkan dari estuaria sungai Wonorejo, estuaria sungao Porong dan tambak BPAP Bangil masing - masing lokasi berjumlah 5 ekor yang diambil sebagai sampel sebanyak 3 kali ulangan. Masing – masing ikan yang diambil dari lokasi yang telah ditentukan diatas dengan kisaran nilai yang didapat memiliki ukuran panjang dan berat ikan yang didapat memiliki nilai panjang dan berat ikan seperti pada Tabel 6 dibawah ini

Tabel 6. Ukuran panjang dan berat ikan Bandeng (*chanos chanos*)

No	Nilai Panjang dan Berat Ikan Bandeng (<i>chanos chanos</i>)					
	Bangil		Wonokromo		Porong	
	Panjang	Berat	Panjang	Berat	Panjang	Berat
1	29	272	28.6	298	27	215
2	35	377	25.3	230	25.9	211
3	34	351	33.1	351	30.3	209
4	30.5	334	37.5	386	26	186
5	34.4	237	29.5	301	29	199
6	36	383	39.1	340	28.3	189
7	33.6	340	31.6	370	29	205

8	28	361	28.9	259	23	198
9	27.5	330	33.1	361	29	215
10	28.2	252	29.5	305	30	221
11	26.6	378	24.5	298	25.1	209
12	27.9	369	29	300	27.2	196
13	28	310	27	196	26	185
14	34	337	31	270	24.9	200
15	31	283	30	205	23.8	178

Ikan Bandeng yang diambil di BPAB Bangil memiliki morfologi sebagai berikut warna tubuh putih kehitaman, kondisi badan sehat, gerakan aktif sehingga menandakan kondisi ikan masih sehat dan tidak ada yang cacat pada fisiknya baik dari mulut, sirip anal, caudal, dorsal, ventral, pectoral semua dalam kondisi baik selain itu kondisi insang juga baik. ikan yang ditemukan di estuaria sungai Porong mempunyai morfologi tubuh dengan warna hitam keputihan, kondisi fisik baik semua, baik dari insang, sirip anal, caudal, dorsal, ventral, pectoral dalam keadaan baik. Gerakan dari ikan yang terjaring di estuaria sungai Porong sangat aktif. Sedangkan ikan yang ditemukan di estuaria sungai Wonorejo mempunyai morfologi yang hampir sama kondisi tubuhnya ada bekas lecet di bagian tubuh dan berwarna merah dibagian kepala dan dekat insang, sirip caudalnya tidak rata seperti berlubang gerakannya pasif, serta warnanya putih pucat.

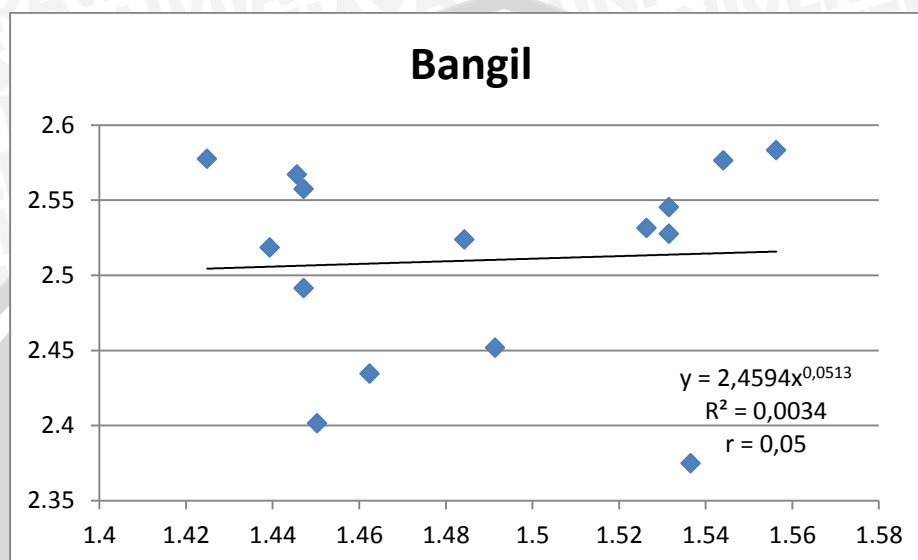
4.6 Hubungan Panjang dan Berat

Berdasarkan pengamatan kondisi eksternal dari ikan yang dijelaskan diatas, bahwa kondisi ikan yang diambil di estuaria sungai prong sebagian besar yang tertangkap ukurannya kecil antara 20 - 30 cm, hal ini dikarenakan ada faktor lingkungan ataupun bahan pencemar yang masuk dalam tubuh sehingga mempengaruhi proses pertumbuhan dari ikan tersebut sebagaimana menurut

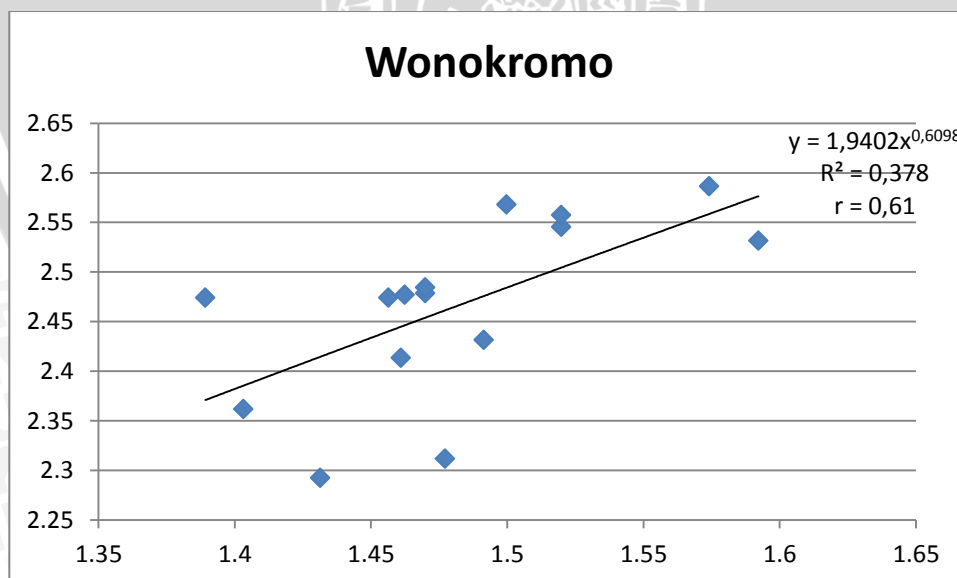
Fujaya (2004), bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah faktor genetik, hormon, dan lingkungan(zat hara). Ketiga faktor tersebut saling bekerja sama mempengaruhi, baik dalam arti saling menunjang maupun saling menghalangi untuk perkembangan ikan sedangkan menurut Hepper dan Prugin (1984), Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh dua factor, yaitu factor internal yang meliputi genetic dan kondisi fisiologis ikan serta factor eksternal yang berhubungan dengan lingkungan. factor eksternal tersebut yaitu komposisi kualitas kimia dan fisika air, bahan buangan metabolic, ketersediaan pakan, dan penyakit. Sedangkan ikan yang ditemukan di estuaria sungai surabaya kondisi fisiologinya mengalami stress terlihat pada kondisi ikan yang pergerakannya tidak aktif dan ada 1-2 ikan yang kondisinya sudah terbalik tapi masih hidup. Menurut Irianto (2005), Kondisi tubuh yang stres akan mempengaruhi faktor perlindungan pada ikan seperti mukus, sisik, kulit, lisozim, antibodi dan reaksi inflamasi. Pada dasarnya hewan mampu beradaptasi terhadap stres untuk jangka waktu yang terbatas. Selama masa tersebut ikan akan tampak dalam kondisi yang normal tetapi cadangan energinya terus menyusut, Hal ini karena digunakan untuk menjaga aktivitas normalnya, sehingga dapat mempengaruhi kondisi fisiologis dari organisme air yang tinggal di perairan tersebut.

dapat dilihat adanya perbedaan panjang dan berat ketiga lokasi tersebut, menurut Harmiyati (2009), perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa kemungkinan yaitu perbedaan lokasi pengambilan ikan contoh, keterwakilan ikan contoh yang diambil, spesies yang sama pada lokasi yang berbeda akan memiliki pertumbuhan yang berbeda pula karena perbedaan faktor luar maupun faktor dalam yang mempengaruhi pertumbuhan ikan tersebut. Namun dari hasil ukuran panjang dan berat ikan Bandeng dari ketiga lokasi tersebut dengan ukuran panjang ikan Bandeng yang sama terdapat perbedaan berat, yang seharusnya berat yang dimiliki ikan dengan panjang yang sama memiliki berat yang sama

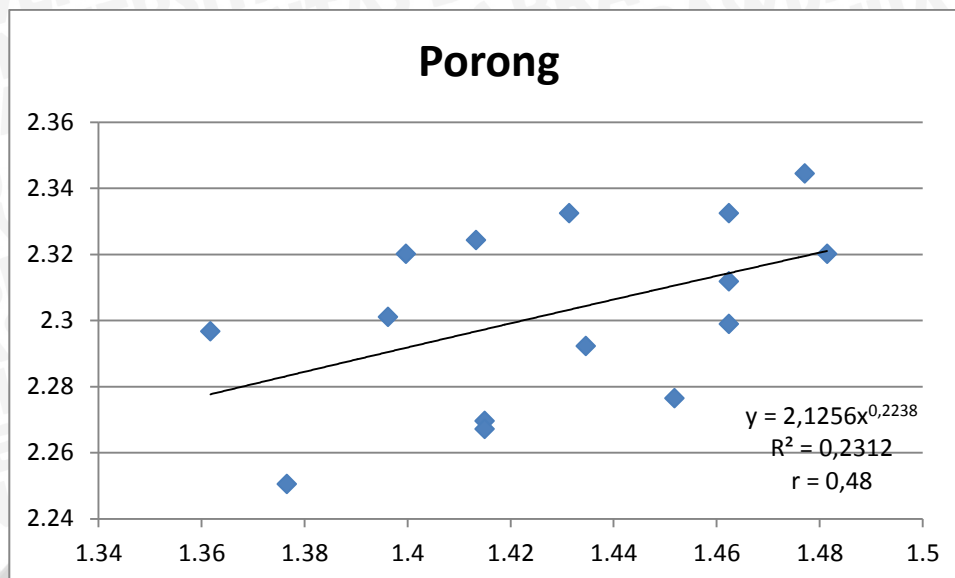
pula. Hubungan panjang dan berat menurut Said (2007) dapat dirumuskan sebagai $W = aL^b$, dimana W : berat, L : panjang ikan (mm), a dan b : konstanta. Rumus umum tersebut bila ditranformasikan ke logaritma menjadi : $\log W = \log a + b \log L$.



Gambar 11. Grafik hubungan panjang berat ikan Bandeng (*chanos chanos*) yang diambil dari Bpap Bangil



Gambar 12. Grafik hubungan panjang berat ikan Bandeng (*chanos chanos*) yang diambil dari Wonokromo



Gambar 13. Grafik hubungan panjang berat ikan Bandeng (*chanos chanos*) yang diambil dari Porong

Hubungan panjang dan berat ikan di Bpap Bangil, estuaria sungai Surabaya, dan estuaria sungai Porong dapat diambil suatu kesimpulan bahwa pada lokasi penelitian masing – masing pertumbuhan ikan Bandeng berbeda – beda. Hal ini dapat disebabkan karena berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhinya, sebagaimana pernyataan Dani dan Murni (1985), proses pertumbuhan ikan tergantung pada jenis ikan, kebiasaan hidup dan lingkungannya. Akan tetapi makanan juga merupakan salah satu faktor yang penting juga dalam mendukung proses pertumbuhan ikan, karena persediaan makanan yang terbatas kemungkinan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan kecilnya ukuran tubuh karena makanan akan diolah dalam tubuh dan menghasilkan energi, energi tersebut dimanfaatkan untuk proses pertumbuhan. Adanya parasit juga merupakan faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan, sebagaimana menurut Setyohadi., *at al* (2004) bahwa tidak semua energi dari makanan bisa dimanfaatkan secara langsung dalam proses tumbuh. Jika aktivitas pergerakan dan parasit tinggi, maka energi untuk tumbuh semakin kecil

karena sebagian besar digunakan untuk memperbaiki sel-sel yang rusak akibat melakukan pergerakan dan penyakit.

4.7 Hasil Kualitas Air

Parameter kualitas air berperan sangat penting dalam lingkungan perairan, karena sebagai media hidup (pertumbuhan, reproduksi dan berkembangbiak) bagi organisme yang hidup disekitar lingkungan itu. Karena kualitas air akan menentukan kondisi kesehatan dari ikan tersebut serta kemampuan beradaptasi. Menurut tresno (2013), bahwa Perairan memang merupakan media hidup bagi ikan yang sangat penting, karena segala aktivitas maupun fungsi kehidupannya ikan memerlukan media air seperti mulai dari mengambil makanan, bergerak, bernafas, respirasi, pertumbuhan, reproduksi, ekskresi, karena apapun yang terjadi pada perairan akan berakibat langsung pada kesehatan ikan sehingga ikan adalah hewan yang sangat tergantung dengan air. Pengaruh yang ditimbulkan akibat pencemaran perairan tersebut sangat beragam tergantung dari jenis bahan pencemarnya dan ketahanan organisme air dalam menghadapi perubahan lingkungan akibat dari pencemaran. Pencemaran yang terjadi secara terus menerus tersebut menyebabkan menurunnya kualitas perairan, yang akan berakibat pada menurunnya derajat kesehatan organisme perairan dan kelangsungan hidup ikan akan terganggu, sehingga mengakibatkan ikan keracunan bahkan dapat menyebabkan kematian (Tresno, 2013). Parameter yang kami teliti dalam penelitian kali ini adalah melingkupi parameter fisika dan parameter kimia yang berfungsi sebagai data penunjang dari data primer. Data hasil pengukuran kualitas air di Bpap Bangil, sungai Surabaya dan sungai porong yang disajikan dalam table 5 dibawah ini.

Tabel 19. Data Kualitas Air dari Bpap Bangil dan Delta sungai Brantas.

No	Parameter	Bgl	PR	WK	Baku Mutu Kualitas Air 2 menurut PP No 82, 2001 (mg/l)	
1.	DO (mg/L)	7,36	5,72	6,1	>3 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
2.	pH	7,93	9	8,46	6 – 9	PP No. 82 Tahun 2001
3.	Suhu ($^{\circ}$ C)	28	31,1	31,7	Deviasi 3	PP No. 82 Tahun 2001
4.	Salinitas (ppt)	0,05	3	2,5	>0,5 ppt < 5 – 10	Effendi (2003), Nandlal and Pickering (2004)
5.	TSS (mg/L)	15,8	58	73	50 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
6.	Nitrit (mg/L)	0,05	0,82	0,54	0,06 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
7.	H ₂ S (mg/L)	0,025	5,78	4,55	0,01-0,05mg/L	Irianto (2005)
8.	NH ₃ (mg/L)	0,03	0,65	1,23	<0,02 mg/L	Burrous (1964)

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air diatas pada masing – masing lokasi penelitian hasil kualitas air tidak terdapat perbedaan antara Bpap Bangil dan Delta sungai Brantas. Kondisi kualitas air pada Bpap Bangil masih bisa dikatakan layak untuk kelangsungan hidup ikan karena hasil kualitas air dari parameter fisika maupun kimia masih dalam batas baku mutu yang diperlukan dalam kehidupan perikanan. Sedangkan hasil kualitas air di Delta sungai Brantas (antara sungai Porong, dan sungai Surabaya) tidak jauh beda selisih hasilnya dan masih dalam baku mutu. hal ini karena hasil nilai yang keluar terlalu kecil sehingga alat pendeteksi tidak bisa memunculkan hasilnya. Nila DO di Bpap Bangil dan di Delta sungai Brantas berkisar antara 7,36 mg/L, nilai tersebut masih sesuai untuk kehidupan ikan karena masih dalam batas nilai baku mutu. Menurut Zooneveld *et al* (1991), bahwa oksigen diperlukan ikan sebagai energi dalam metabolisme tubuh untuk dapat menghasilkan aktivitas seperti berenang,

pertumbuhan, dan reproduksi. Konsumsi oksigen bagi ikan akan menurun dengan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan dimana kelarutan gas dalam air tergantung pada tekanan dan suhu.

Nilai pH dari estuaria sungai porong menunjukkan nilai pH 9 , di estuaria sungai wonokromo menunjukkan angka 8,64 , dan BPAP Bangil menunjukkan angka 7,93 menunjukkan angka yang normal. Hal ini senada dengan yang diungkapkan Rasyid *et al.*, (2013) yang menyatakan untuk mendukung kehidupan suatu organisme perairan secara wajar diperlukan nilai pH antara 5 sampai 8,7. Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang besar terhadap tumbuhan dan hewan air. pH merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan ambang atas berbagai racun dan kisaran pH tergantung dari berbagai faktor antara lain suhu, konsentrasi dan oksigen terlarut.

Menurut Mason (1992) dalam Taufik (2005), bahan polutan cenderung lebih beracun pada air dengan tingkat kesadahan rendah (soft) dengan nilai pH yang stabil, sedangkan kesadahan yang tinggi cenderung menurunkan toksisitas dari polutan dalam tiap nilai pH.

Nilai suhu pada Bpap Bangil 28°C di estuaria sungai porong 31,1°C dan di estuaria wonokromo 31,7°C masih dalam batas nilai baku mutu untuk kehidupan perikanan sebagaimana menurut Barus (2002), bahwa suhu yang baik dalam perairan untuk kehidupan ikan yaitu berkisar antara 23 – 32°C. Sedangkan nilai pH Menurut Cahyono (2010), bahwa ikan Bandeng hidup pada nilai pH antara 6 – 6,8.

Nilai salinitas pada keempat lokasi penelitian di BPAP Bangil didapat nilai 0,05 ppt, di estuaria sungai wonokromo 2,5 ppt, dan di estuaria sungai porong 3 ppt nilai ini masih dalam kisaran dibawah nilai baku mutu karena nilai baku mutu sebesar > 10 ppt. Menurut ECOTON (2006), bahwa kadar garam (salinitas) lumpur sangat tinggi, sehingga bersifat asin dengan salinitas 38 – 40 yang dapat

membunuh biota jika dibuang ke sungai dan merusak kesuburan lahan pertanian produktif.

Amonia merupakan produk akhir utama katabolisma protein yang disekresikan ke luar tubuh ikan melalui insang dan kulit dan ikut berperan pada regulasi ion melalui pertukaran dengan ion Na^+ (Wiiloughby, 1999), nilai amonia yang didapat dari ketiga lokasi penelitian berkisar antara 0,03-1,23 mg/L. Menurut Wiiloughby (1999), tingkat toksisitas amonia tergantung pada berbagai faktor seperti: spesies ikan, kadar garam, tingkat paparan amonia, lama paparan, dan pengaruh aklimasi yang diberikan sebelumnya.

Hasil analisa kadar nitrit pada ketiga lokasi penelitian yaitu pada Bpap Bangil memiliki kadar 0,035 mg/l, pada daerah estuaria sungai Porong memiliki kadar 0,82 mg/L dan pada daerah estuaria sungai Wonokromo memiliki kadar 0,54 mg/L. Kadar nitrit yang diperoleh pada ketiga lokasi penelitian masih memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, yaitu 0,06 mg/L kecuali di daerah estuaria sungai Porong yang memiliki kadar 0,82 mg/L. Menurut Hutagalung dan Razak (1997), meningkatnya kadar nitrit berkaitan erat dengan bahan organik yang ada pada zona tersebut (baik yang mengandung unsur nitrogen maupun tidak). Diantaranya penguraian bahan organik oleh mikroorganisme memerlukan oksigen dalam jumlah yang banyak. Oksigen tersebut berasal dari oksigen bebas (O_2), namun bila oksigen tersebut tidak cukup maka oksigen tersebut diambil dari senyawa nitrat yang pada akhirnya senyawa nitrat berubah menjadi senyawa nitrit.

Hidrogen sulfida (H_2S) merupakan senyawa yang bersifat toksik bagi ikan. hidrogen sulfida terbentuk secara anaerobik sebagai hasil dekomposisi materi organik yang mengandung S atau dari sulfat yang ada dalam sedimen suatu perairan. Nilai Hidrogen sulfida (H_2S) secara berurutan dari yang terendah hingga tertinggi yaitu di Bpap Bangil sebesar 0,025 mg/L, daerah estuaria sungai

Wonokromo sebesar 4,55 mg/L dan daerah estuaria sungai Porong sebesar 5,78 mg/L. Dari hasil analisa H_2S di ketiga lokasi penelitian, hanya pada Bpap Bangil yang masih berada pada standar baku mutu yang ditetapkan oleh Irianto (2005) yaitu pada kisaran nilai 0,01-0,05mg/L. Menurut Boyd (1990), sifat toksik hidrogen sulfida tergantung pada keseimbangan disosiasinya. Hidrogen sulfida sangat beracun bagi ikan dalam bentuk tidak terdisosiasi.

Padatan tersuspensi (Total Suspended Solid) adalah bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas berpori-pori 0,45 mikrometer. Hasil pengukuran nilai TSS sebagai berikut, nilai TSS tertinggi pada daerah estuaria sungai Wonokromo yaitu sebesar 73 mg/L, sedangkan nilai TSS di daerah estuaria sungai Porong sebesar 58 mg/L dan nilai TSS dari Bpap Bangil paling kecil dibanding kedua lokasi yang lain yaitu sebesar 15,8 mg/L. Tingginya nilai TSS pada daerah estuaria sungai Wonokromo karena daerah tersebut merupakan aliran dari sungai Surabaya yang di sekitarnya terdapat banyak industri serta di sepanjang aliran sungai juga terdapat pemukiman penduduk yang begitu padat sehingga nilai TSS menjadi tinggi. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 golongan II tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa nilai tersebut diatas baku mutu yang ditentukan yaitu sebesar 50 mg/L.

V . KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian tentang analisis karakteristik sistem imun ikan Bandeng (*chanos chanos*) di estuaria sungai porong dan estuaria sungai wonokromo ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Jumlah rata-rata eritrosit ikan Bandeng (*chanos chanos*) di bangil adalah 1916166 sel/mm³ dan jumlah eritrosit di wonokromo yaitu 1166166 sel/mm³, sedangkan di porong rata-rata 1335333 sel/mm³, leukosit ikan Bandeng (*chanos chanos*) di bangil adalah 176325 sel/m^{m3} dan jumlah eritrosit di wonokromo yaitu 311683 sel/m^{m3}, sedangkan di porong rata-rata 269416 sel/m^{m3}, hasil aktifitas fagositosis- magrofag ikan Bandeng (*chanos chanos*) di bangil adalah 1,533 % dan jumlah aktifitas fagositosis-magrofag di wonokromo yaitu 5,36 %, sedangkan di porong rata-rata 2,806 %, hasil Respiratory burst ikan Bandeng (*chanos chanos*) di bangil adalah 0,9992 OD dan jumlah respiratory burst di wonokromo yaitu 3,921 OD, sedangkan di porong rata-rata 3,9736 OD.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan sebagai berikut :

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang imun ikan bandeng (*chanos chanos*) dengan stasiun yang lebih banyak, supaya bisa memetakan kondisi lingkungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A.K., Lichtman, A.H., and Pober, J.S.2000. Cellular and Molecular immunology, 4th Edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Affandi, R., dan Tang. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. Riau: Uni press.
- Afriansyah, A. 2009. Konsentrasi Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam Air, Seston, Kerang dan Fraksinasinya dalam Sedimen di Perairan Delta Berau Kalimantan Timur. Program Studi Ilmu da Teknologi Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Ali. F. K., Shehawi A. M., Seehy M. A. 1993. Micronucleus Test in Fish Genome: a sensitive Monitor For Aquatic Pollution. African Jurnal of Biotechnology. 7 (5) : 606-612.
- Aliffudin, M. 1999. Peran Immunostimulan (Lipopolisakaria, *Saccharomyces cerevisiae* dan Levamisol) Terhadap Peningkatan Respon Immunitas Ikan Jambal Siam *Pangasius hypothalmus*. Tesis. Program Studi Ilmu Perairan , Program Pascasarjana IPB. Bogor. 46 hlm.
- Almendras, J.M.E. 2001. Immunity and biological methods of diseases prevention and control. In Lio-po, E.D., C.R. lavilla, dan E.R. Crz-Lacierda (Eds.). health Management in Aquaculture. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Iloilo, Philippines: 111-146.
- Amrullah, 2004. Penggunaan Immunostimulan *Spirulina platensis* Untuk Meningkatkan Ketahanan Tubuh Ikan Koi Terhadap Virus Herpes. Sekolah Pascasarjana IPB. 51 hlm.
- Asniatih., Muhammad I.,& Kadir S. 2013. Studi Histopatologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. Universitas Halu Oleo. Kendari.
- Bado-Nilles, A., Jolly. S., Porcher J.M., Pallue. O., Geffard. A., Gagnaire. B., Betoulle. S dan W. Sanchez. 2014. Applications in Environmental Risk Assesment of Leucocyte Apoptosis, Necrosis and Respiratory Burst Analysis on The European bullhead, *Cottus sp.* Environmental Pollution 184, 9-17.
- Barus,T.A.1964.Metode Ekologis Untuk Menilai Kualitas Suatu Perairan Lotik.Fakultas MIPA USU.Medan.
- Barus,T.A.1996.Metode Ekologis Untuk Menilai Kualitas Suatu Perairan Lotik.Fakultas MIPA USU.Medan.
- Bijanti, R. 2005. Hematologi Ikan-Teknik Pengambilan Darah dan Pemeriksaan Hematologi Ikan. Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.Surabaya. 195 hlm.

- Bloom, J.H. 1988. *Analisa Mutu Air Secara Kimiawi dan Fisis. Sebuah Laporan tentang Pelatihan dan Praktek pada Fakultas Perikanan*. NUFFIC-UNIBRAW. Malang
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality Managemen For Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Cahyono, B., 2010, *Budidaya Ikan Air Tawar*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Chinabut, S., Limsuwan C, Kiswatat P. 1991. *Histology of The Walking Catfish, Clarias bathracus*. Canada :IDRC. hlm 40-44.
- Citarasu, TVS., Grasian, i., Namita, R., and Vadivel, M. 2006. Influence of selected indian immunostimulant herbs against White Spote Syndrome Virus (WSSV) infection in Black Tiger Shrimp, *Penaeus monodon* wite reference to haemotological, biochemical, and immunological changes. *Fish and Shellfish Immunology*. 21:327-384.
- Connel,W.D dan G.J.Miller.1995.Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran.Universitas Indonesia.Jakarta.
- Dahuri,R.I. 1995. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dajan, A.1976. *Pengantar Metode Statistik Jilid II*. Penerbit LP3ES. Jakarta .
- Dani, A. R dan Murni, S.1985. *Ekologi Ikan* . Universitas Brawijaya. Fakultas Perikanan. Malang
- Darwin, E. 2006. *Imunologi dan Infeksi*. Andalas University Press. Padang. 226 hlm.
- Dopongtonung,A.,2008. *Gambaran Darah Ikan Lele (Clarias spp) Yang Berasal Dari Daerah Laladon-Bogor*.Skripsi. IPB.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Sumber Daya Air. 2008. *Profil Balai Besar Wilayah Sungai Brantas*
- Effendi,Hefni.2003.*Telaah Kualitas Air,Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*.Kanisius.Yongyakarta.
- Febryanto, R., Aunurohim1, I. Trisnawati Dwi. 2011 *akumulasi timbal (pb) pada juvenile ikan mujair (oreochromis mossambicus) secara in situ di kali surabaya. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*
- Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan- Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*. PT Rineka Cipta. Jakarta Pandang. 36 hlm.
- Fujaya, Y. 2008. *FISIOLOGI IKAN Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Gesamp.1986. *Group Expert on Scientific Aspect of Marine Pollution.Report of The Seven Session*. WHO (World Health Organization).

Guyton, A.C., Hall JE. 1997. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 9 (terjemahan). Penerbit Buku kedokteran EGC.

Hutagalung, H.P. 1984. Logam berat dalam lingkungan laut. *Pewarta Oseana*. Vol IX. No.1. LON LIPI. Jakarta

Hutagalung, H.P. 1997. Logam berat dalam lingkungan laut. *Pewarta Oseana*. Vol IX. No.1. LON LIPI. Jakarta

Indriantoro, N. dan Supomo. 2002. *Metodologi Penelitian Bisnis*. Edisi Pertama. BPFE- Yogyakarta. Yogyakarta. 186 Hal.

Irianto. 2005. *Patologi Ikan Teleostei*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Jasa Tirta. 1999. *Perum Jasa Tirta dalam Pengelolaan Sumberdaya Air di Kali Brantas*.

Jian, Jichang and Z. Wu. 2004. Influences of traditional Chinese medicine on non-specific immunity of Jian Carp (*Cyprinus carpio* var. *Jian*). *Fish and Shelfish Immunology*. **16**: 185-191.

Julian. 2011. Gambaran darah ikan lele. <http://www.google.co.id/juliankartanegara.blogspot.com/2011/12/gambaran-darah-ikan-lele-ita-apriani.html>. diakses tanggal 24 april 2012.

Kamiso, H.N. 2003. *Status Penyakit Ikan dan Pengendaliannya di Indonesia*. Disampaikan Pada Seminar Nasional Penyakit Ikan dan Udang IV yang dilaksanakan di Purwokerto pada tanggal 18-19 Mei 2003.

Klinke, R. 1965. *Fish Pathology*. University of Munich: Germany.

Kordi, M.G.H & A.B.Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air*, Rineka Cipta. Jakarta.

Lagler, K.F., J.E .Bardach, RR Miller, DRM.Passino. 1977. *Ichthyology*. John Willey and Sons. Inc. new York-London. Hlm 506.

Marsoedi. 2007. *Bioteknologi Perikanan Budidaya*. Bahan Kulia rekayasa benih dan manipulasi embrio, Program Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya, Malang.

Mason, C. F. 1992. *Biology of freshwater pollution*. Longman Inc. London. 250p.

Moyle, P.B & Cech Jr JJ. 2004. *Fishes. An Introduction to Ichthyology*. 5th ed.

Muhusini, S.M. 2011. Karakteristik Mikronuklei ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) di Bendungan Karangates dan di Sungai Aloo Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya.

- Murtidjo dan Purnomo, T. 2002. Analisa Kandungan Timbal (Pb) pada ikan Bandeng (*Chanos –chanos Forsk*) di Tambak Kecamatan Gresik. Jurusan Biologi MIPA. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya
- Nabib ,R & Pasaribu F.H. 1989. *Patologi dan Penyakit Ikan*. Bogor:Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Bioteknologi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.
- Natzir. 1999. Metode Penelitian. Penerbit Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Norum, Bogwald, and Dalmo. 2005. Isolation and Characterisation Of Spotted Wolfish (*Anarchichas minor Olaten*) Macrophages. *Journal Fish and Shelfish Immunology*. Elsevier. Amsterdam. Nederland. Pages 381-391.
- Nuryati, S., Maswan, Alimuddin, Sukenda, K. Sumantadinata, F. H. Pasaribu2, R.D.Soejoedono,santika,A.,2010.Gambaran darah ikan mas setelah divaksinasi dengan vaksin DNA dan diuji tantang dengan koi herpesvirus.Jurnal akuakultur Indonesia. 9 : 11.
- O'Halloran, K., Jorma T.A dan Paul F.A. 1998. The Adverse Effects of Aquatic Contaminants on Fish Immune Responses. *Australasian Journal of Ecotoxicology* 4, 9-28.
- Omoregie, E., Thomas G.E dan Paul C. O. 1994. Chronic Effects of Formalin on Erythrocyte Counts and Plasma Glucose of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Asian Fisheries Science* 7, 1-6.
- Pant J, Tewari H, Gill TS.1987. Effects of aldicarb on the blood and tissues of a freshwater fish. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 38: 36-41.
- Peraturan Pemerintah No. 82. 2001. Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian
- Purwanto, A. 2006. Gambaran Darah Ikan Mas *Cyprinus carpio* Yang Terinfeksi Koi Herpes Virus. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Rasyid, Y. Windarti. Putra, R.M. 2013. Kondisi Darah Ikan Toman (*Channa micropeltes*) di Perairan Sungai Siak dan Sungai Kampar Provinsi Riau. Universitas Riau. Riau
- Risjani, Y., Yunianta, Couteau, J., Minier, C. 2014. Cellular Immune Responses and Phagocytic of Fishes Exposed to Pollution of Volcano Mud. *Marine Environmental Research* 96, 73-80.
- Roberts, R.J. 2001. *Fish Patology*. 3rd ed. Toronto: WB Saunders. hlm 25-30.
- Rodriguez, J.E. and G.Le Moullac. 2000. State of The Art Immunological Tools of Penaeid Shrimp. *Aquaculture* 191:109-119.
- Setyohadi, D., T. D. Lelono dan D. G. R. Wiaadnya. 2004. Dinamika Populasi Ikan. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.Malang.
- Sevilla, Consuelo G. et. al (2007). *Research Methods*. Rex Printing Company. Quezon City.

- Singh, S.K., V.K. Tiwan., N.K. Cadha., C. Prakash., Munikumar S., Pronob., Mandal dan Thongam I.C. 2013. Effect of Bachillus circulans and Fructooligosaccharide Supplementation on Growth and Haemato-immunological function of Labeo rohita Fingerling Exposed to Sub-lethal Nitrite Stress. IJA: 64.2013.894 11 pages.
- .Sprent, P. 1991. Metode Statistik Nonparametrik Terapan. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Subarijanti, H.U. 1990. Limnologi Diklat Kuliah. Luw/ Unibraw/ fish. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.
- Sudarmadi, Sigit. 1993. toksikologi Limbah pabrik kulit terhadap *Cyprinus Carpio* L. dan Kerusakan insang. Jurnal Lingkungan dan Pembangunan 13;4 : hal. 247– 260. Jakarta.
- Supamattaya, K., V. Chittiwan dan M. Boonyaratpalin. 2000. Immunological Factors in Black Tiger Shrimp *Penaeus monodon*, Fabricus. <http://aquafeed.com/docs/ns/Supamattayaetal.pdf>. Diakses 27 Februari 2014.
- Surachmad, W. 1998. Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar. Penerbit Tarsito. Bandung. 118 hlm.
- Suryabrata. 1991. Metodologi Penelitian. CV. Rajawali. Jakarta.
- Tizard, I. 1987. Pengantar Immunologi Veteriner. Penerjemah: Soeharjo. Penerbit Erlangga. Jakarta.USA: Prentice Hall, Inc.
- Todar, K. 2006. <http://textbookofbacteriology.net/immune.html>. diakses pada tanggal 17 februari 2014.
- Van de Braak, K. 2002. Haemocytic Defence in Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). Tesis. Wageningen University. Netherland: p.168.
- Vinodhini, R dan M. Narayanan. 2009. The Impact of Toxic Heavy Metals on The Hematological Parameters in Common Carp (*Cyprinus carpio*). Environ Health Science 6, 23-28.
- Vonti, O. 2008. Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Strain Sinyonya yang Berasal dari Daerah Ciampea-Bogor. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor : hlm 36 – 38.
- Wardhana, W.A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Wedemeyer, G.A dan W.T. Yasutake. 1977. Clinical Methods for the assesment of the effect Environmental stress on fish health. Technical Paper of the U.S. fish and Wildlife Service. Us. Departement of the Interior. 89:1-18.
- Wikipedia. 2014. <http://id.wikipedia.org/wiki/Pencemaran> air. Diakses pada tanggal 24 Februari 2014.

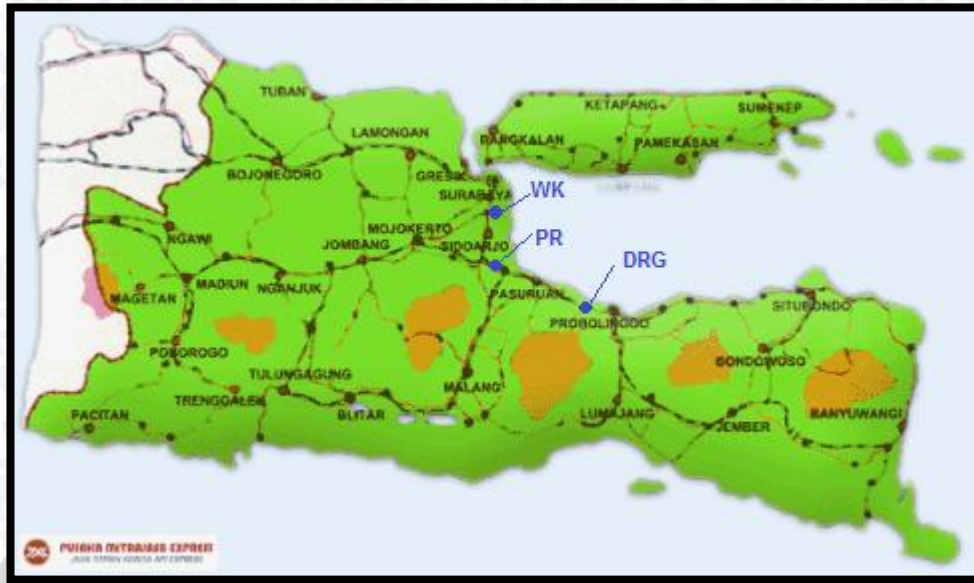
Wirawan, I. 1995. Limnologi. Universitas Dr. Soetomo. Surabaya

Yahya, H. 2003. Menyingkap Rahasia Alam Semesta.
<http://www.harunyahya.com>. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2012.

Zainun, Z., 2007. Pengamatan Parameter Hematologis Pada Ikan Mas Yang
 Diberi Immunostimulan. *Jurnal Aquakultur*, vol 6 :45-49.



Lampiran 1. Peta lokasi pengambilan sampel



Lampiran 2. Kegiatan yang dilakukan selama penelitian



Gambar . Pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) di lapang



Gambar . Pengukuran pH dan suhu di lapang



Gambar. Pengukuran TOM (*Total Organic Matter*) di laboratorium



Gambar. sampel darah ikan



Gambar. Pengambilan sampel darah ikan Bandeng

Lampiran 3 . Analisa data jumlah eritrosit dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis dan Perbandingan Berganda

Tabel . Jumlah Eritrosit tiga lokasi penelitian

Bgl	2325000	2445000	2020000	2502500	2537500	2262500	2395000	2187500	2512500	2447500	2472500	2312500	2352500	2522500	2237500
Wk	1245000	1225000	1297500	1192500	1175000	1200000	1195000	1295000	1222500	1242500	1265000	1240000	1270000	1207000	1220000
Prg	1102500	1297500	1950000	1087500	1457500	1207500	1120000	1450000	1575000	1237500	1252500	1125000	1990000	1100000	1077500

Tabel data peringkat-peringkat untuk data table diatas

Lokasi	Peringkat															Jumlah Peringkat
Bgl	36	39	31	42	45	34	38	32	43	40	41	35	37	44	33	570
Wk	19	15	24	8	7	10	9	23	14	18	21	17	22	12	13	232
Prg	4	25	29	2	27	11	5	26	28	16	20	6	30	3	1	233

Dari data diatas kemudian menggunakan persamaan sebagai berikut untuk menghitung :

$$H = \frac{12}{45(45+1)} \left\{ \frac{570^2}{15} + \frac{232^2}{15} + \frac{238^2}{15} \right\} - 3(45+1) = 30,06$$

Nilai kritis kai-kuadrat untuk derajat bebas k-1 adalah 9.210 untuk $\alpha = 0.01$. Jadi dengan $H = 30,06$, jadi kesimpulannya adalah H_0 ditolak bahwa ketiga jumlah eritrosit tidak sama.

Lanjutan lampiran Eritrosit

- Kemudian dilanjutkan dengan perbandingan berganda untuk mengetahui dimana perbedaannya.

$$\alpha = 0,15$$

$$k = 3$$

- Karena $K = 3$, maka dilakukan 3 buah perbandingan $\alpha / k (k - 1) = 0,025$ dari table z didapat nilai dari daerah sebelah kanannya memiliki luas 0,025 adalah 1,96.
- Rata – rata (mean) dari peringkat untuk ketiga sampel adalah.

$$Bgl : 38$$

$$Wk : 15,47$$

$$Pr : 15,53$$

- Dilakukan perhitungan perbandingan Bgl dengan Wk.

$$^{1,96}\sqrt{\frac{45(45+1)}{12}}\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15}\right) = 4,951$$

Karena $|38 - 15,4| = 22,54 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Bgl berbeda dengan Wk.

- Dilakukan perhitungan perbandingan Bgl dengan Pr.

$$^{1,96}\sqrt{\frac{45(45+1)}{12}}\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15}\right) = 4,951$$

Karena $|38 - 15,4| = 22,47 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Bgl berbeda dengan Pr.

- Dilakukan perhitunagn perbandingan Wk dengan Pr.

$$^{1,96}\sqrt{\frac{45(45+1)}{12}}\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15}\right) = 4,951$$

Karena $|15,47 - 15,53| = 0,06 < 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Wk tidak ada perbedaan dengan Pr.

Lampiran 4 . Analisa data jumlah Leukosit dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis dan Perbandingan Berganda

Tabel . Jumlah Leukosit tiga lokasi penelitian

Bgl	190000	181250	187500	182500	162500	150000	137500	200000	156875	194375	147000	180500	153125	211250	212500
Wk	267000	277750	362750	295000	312750	319000	312500	331500	350250	310000	343750	319000	243750	292500	337750
Prg	225000	277500	245000	250000	263750	325000	275000	248750	300000	262500	298750	221250	237500	293750	287500

Tabel data peringkat-peringkat untuk data table diatas

Lokasi	Peringkat															Jumlah Peringkat
Bgl	11	8	10	9	6	3	1	13	5	12	2	7	4	14	15	120
Wk	25	28	45	32	37	39	36	41	44	35	43	38	19	30	42	534
Prg	17	27	20	22	24	40	26	21	34	23	33	16	18	31	29	381

Dari data diatas kemudian menggunakan persamaan sebagai berikut untuk menghitung :

$$H = \frac{12}{45(45+1)} \left\{ \frac{120^2}{15} + \frac{534^2}{15} + \frac{381^2}{15} \right\} - 3(45+1) = 33,87$$

Nilai kritis kai-kuadrat untuk derajat bebas k-1 adalah 9.210 untuk $\alpha = 0.01$. Jadi dengan $H = 33,87$, jadi kesimpulannya adalah H_0 ditolak bahwa ketiga jumlah leukosit dari ketiga lokasi tidak sama.

Lanjutan lampiran leukosit

- Kemudian dilanjutkan dengan perbandingan berganda untuk mengetahui dimana perbedaannya.

$$\alpha = 0,15$$

$$k = 3$$

- Karena $K = 3$, maka dilakukan 3 buah perbandingan $\alpha / k (k - 1) = 0,025$ dari table z didapat nilai dari daerah sebelah kanannya memiliki luas 0,025 adalah 1,96.

- Rata – rata (mean) dari peringkat untuk ketiga sampel adalah.

$$Bgl : 8$$

$$Wk : 35,6$$

$$Pr : 25,4$$

- Dilakukan perhitungan perbandingan Bgl dengan Wk.

$$\sqrt[1,96]{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|8 - 35,4| = 27,6 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Bgl berbeda dengan Wk.

- Dilakukan perhitungan perbandingan Bgl dengan Pr.

$$\sqrt[1,96]{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|8 - 25,4| = 17,4 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Bgl berbeda dengan Pr.

- Dilakukan perhitunagn perbandingan Wk dengan Pr.

$$\sqrt[1,96]{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|35,6 - 25,4| = 10,2 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Wk berbeda dengan Pr.

Lampiran 5 . Analisa data jumlah Respiratory Burst dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis dan Perbandingan Berganda

Tabel . Jumlah Respiratory Burst tiga lokasi penelitian

Bgl	0,992	1,055	0,548	0,725	1,045	1,663	0,953	1,378	0,806	0,683	0,956	1,006	0,937	0,864	1,378
Wk	3,836	3,367	4,506	3,906	4,447	4,005	4,026	3,381	3,439	3,819	3,908	4,215	4,008	4,116	3,836
Prg	4,251	4,126	3,985	4,187	3,996	4,379	4,519	3,896	4,437	3,345	4,113	3,375	4,039	3,440	3,516

Tabel data peringkat-peringkat untuk data table diatas

Lokasi	Peringkat															Jumlah Peringkat
Bgl	9	12	1	3	11	15	7	13	4	2	8	10	6	5	14	120
Wk	24	17	44	27	43	31	33	19	20	23	28	39	32	36	25	441
Prg	40	37	29	38	30	41	45	26	42	16	35	18	34	21	22	474

Dari data diatas kemudian menggunakan persamaan sebagai berikut untuk menghitung :

$$H = \frac{12}{45(45+1)} \left\{ \frac{120^2}{15} + \frac{441^2}{15} + \frac{474^2}{15} \right\} - 3(45+1) = 29,56$$

Nilai kritis kai-kuadrat untuk derajat bebas k-1 adalah 9.210 untuk $\alpha = 0.01$. Jadi dengan $H = 29,56$, jadi kesimpulannya adalah H_0 ditolak bahwa ketiga jumlah respiratory tidak sama.

Lanjutan lampiran Respiratory Burst

- Kemudian dilanjutkan dengan perbandingan berganda untuk mengetahui dimana perbedaannya.

$$\alpha = 0,15$$

$$k = 3$$

- Karena $K = 3$, maka dilakukan 3 buah perbandingan $\alpha / k (k - 1) = 0,025$ dari table z didapat nilai dari daerah sebelah kanannya memiliki luas 0,025 adalah 1,96.
- Rata – rata (mean) dari peringkat untuk ketiga sampel adalah.

$$Bgl : 8$$

$$Wk : 29,4$$

$$Pr : 31,6$$

- Dilakukan perhitungan perbandingan Bgl dengan Wk.

$$^{1,96}\sqrt{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|8 - 29,4| = 21,4 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Bgl berbeda dengan Wk.

- Dilakukan perhitungan perbandingan Bgl dengan Pr.

$$^{1,96}\sqrt{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|8 - 31,6| = 23,6 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Bgl berbeda dengan Pr.

- Dilakukan perhitunagn perbandingan Wk dengan Pr.

$$^{1,96}\sqrt{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|29,4 - 31,6| = 2,2 < 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Wk tidak ada perbedaan dengan Pr.

Lampiran 6. Analisa data jumlah Fagositosis dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis dan Perbandingan Berganda

Tabel . Jumlah Fagositosis tiga lokasi penelitian

Bgl	1,7	1,8	1,6	1,2	1,1	1,1	1,6	1,8	1,7	1,6	1,5	1,2	1,7	1,6	1,8
Wk	4,6	8,4	5,0	3,8	6,8	4,3	3,9	4,5	6,3	3,6	4,9	6,5	5,3	4,5	8,3
Prg	3,1	2,7	2,4	2,5	2,8	2,7	3,3	2,5	2,6	2,8	2,8	2,7	3,2	2,7	3,3

Tabel data peringkat-peringkat untuk data table diatas

Lokasi	Peringkat															Jumlah Peringkat
Bgl	10	13	6	3	1	2	7	14	11	8	5	4	12	9	15	120
Wk	37	45	39	31	43	34	33	35	41	32	38	42	40	36	44	570
Prg	27	20	16	17	24	21	29	18	19	25	26	22	28	23	30	345

Dari data diatas kemudian menggunakan persamaan sebagai berikut untuk menghitung :

$$H = \frac{12}{45(45+1)} \left\{ \frac{120^2}{15} + \frac{570^2}{15} + \frac{354^2}{15} \right\} - 3(45+1) = 39,13$$

Nilai kritis kai-kuadrat untuk derajat bebas k-1 adalah 9.210 untuk $\alpha = 0.01$. Jadi dengan $H = 39,13$, jadi kesimpulannya adalah H_0 ditolak bahwa ketiga jumlah fegositosis tidak sama.

Lanjutan lampiran Fagositosis

- Kemudian dilanjutkan dengan perbandingan berganda untuk mengetahui dimana perbedaannya.

$$\alpha = 0,15$$

$$k = 3$$

- Karena $K = 3$, maka dilakukan 3 buah perbandingan $\alpha / k (k - 1) = 0,025$ dari table z didapat nilai dari daerah sebelah kanannya memiliki luas 0,025 adalah 1,96.

- Rata – rata (mean) dari peringkat untuk ketiga sampel adalah.

$$Bgl : 8$$

$$Wk : 38$$

$$Pr : 23$$

- Dilakukan perhitungan perbandingan Bgl dengan Wk.

$$\sqrt[1,96]{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|8 - 38| = 30 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Bgl berbeda dengan Wk.

- Dilakukan perhitungan perbandingan Bgl dengan Pr.

$$\sqrt[1,96]{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|8 - 23| = 15 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Bgl berbeda dengan Pr.

- Dilakukan perhitunagn perbandingan Wk dengan Pr.

$$\sqrt[1,96]{\frac{45(45+1)}{12}} \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right) = 4,951$$

Karena $|38 - 23| = 15 > 4,951$ berarti dapat disimpulkan dari perhitungan diatas adalah bahwa Wk berbeda dengan Pr.

Lampiran 7. Perhitungan jumlah Eritrosit.

Data perhitungan jumlah eritrosit di wilayah Bpap Bangil

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Bgl}_1 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 930 \times 2500 \\
 &= 2.325.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Bgl}_2 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 978 \times 2500 \\
 &= 2.445.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Bgl}_3 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 808 \times 2500 \\
 &= 2.020.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Bgl}_4 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 1001 \times 2500 \\
 &= 2.502.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Bgl}_5 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 1015 \times 2500 \\
 &= 2.537.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Bgl}_6 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500
 \end{aligned}$$

$$= 905 \times 2500$$

$$= 2.262.500$$

$$7. \text{ Bgl}_7 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 958 \times 2500$$

$$= 2.395.000$$

$$8. \text{ Bgl}_8 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 875 \times 2500$$

$$= 2.187.500$$

$$9. \text{ Bgl}_9 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 1005 \times 2500$$

$$= 2.512.500$$

$$10. \text{ Bgl}_{10} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 979 \times 2500$$

$$= 2.447.500$$

$$11. \text{ Bgl}_{11} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 989 \times 2500$$

$$= 2.472.500$$

$$12. \text{ Bgl}_{12} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 925 \times 2500$$

$$= 2.312.500$$

$$13. Bgl_{13} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (volume)} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 941 \times 2500$$

$$= 2.352.500$$

$$14. Bgl_{14} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (volume)} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 1009 \times 2500$$

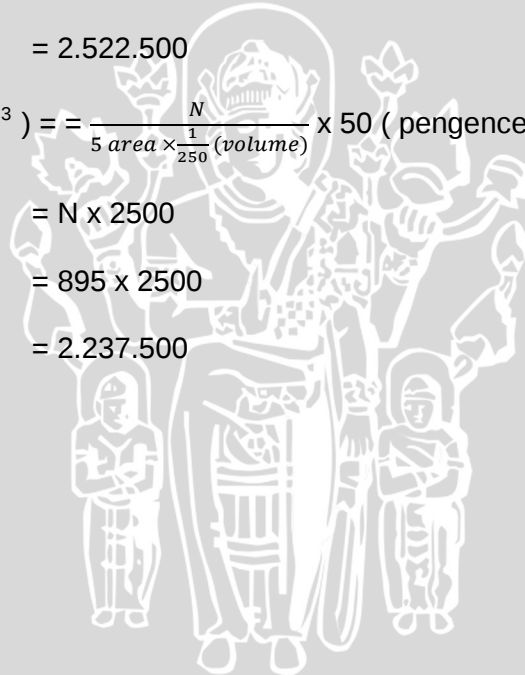
$$= 2.522.500$$

$$15. Bgl_{15} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (volume)} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 895 \times 2500$$

$$= 2.237.500$$



Lampiran 8. Prhitungan Jumlah Eritrosit

Data perhitungan jumlah eritrosit di wilayah estuaria sungai Wonokromo

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Wk}_1 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 498 \times 2500 \\
 &= 1.245.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Wk}_2 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 490 \times 2500 \\
 &= 1.225.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Wk}_3 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 519 \times 2500 \\
 &= 1.297.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Wk}_4 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 477 \times 2500 \\
 &= 1.192.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Wk}_5 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 470 \times 2500 \\
 &= 1.175.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Wk}_6 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500
 \end{aligned}$$

$$= 480 \times 2500$$

$$= 1.200.000$$

$$7. Wk_7 (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 478 \times 2500$$

$$= 1.195.000$$

$$8. Wk_8 (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 518 \times 2500$$

$$= 1.295.000$$

$$9. Wk_9 (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 489 \times 2500$$

$$= 1.222.500$$

$$10. Wk_{10} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 497 \times 2500$$

$$= 1.242.500$$

$$11. Wk_{11} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 506 \times 2500$$

$$= 1.265.000$$

$$12. Wk_{12} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 496 \times 2500$$

$$= 1.240.000$$

$$13. Wk_{13} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 508 \times 2500$$

$$= 1.270.000$$

$$14. Wk_{14} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 483 \times 2500$$

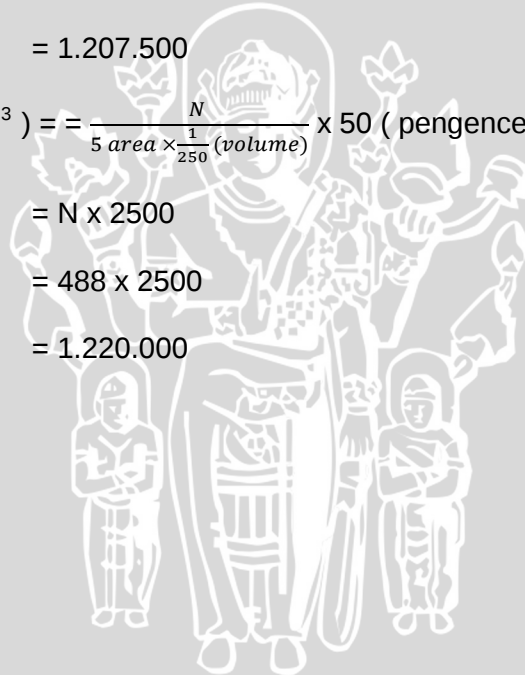
$$= 1.207.500$$

$$15. Wk_{15} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 488 \times 2500$$

$$= 1.220.000$$



Lampiran 9. Prhitungan Jumlah Eritrosit

Data perhitungan jumlah eritrosit di wilayah estuaria sungai Porong

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Pr}_1 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 441 \times 2500 \\
 &= 1.102.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Pr}_2 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 519 \times 2500 \\
 &= 1.297.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Pr}_3 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 780 \times 2500 \\
 &= 1.950.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Pr}_4 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 435 \times 2500 \\
 &= 1.087.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Pr}_5 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500 \\
 &= 583 \times 2500 \\
 &= 1.457.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Pr}_6 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 2500
 \end{aligned}$$

$$= 483 \times 2500$$

$$= 1.207.500$$

$$7. Pr_7 (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 448 \times 2500$$

$$= 1.120.000$$

$$8. Pr_8 (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 580 \times 2500$$

$$= 1.450.000$$

$$9. Pr_9 (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 630 \times 2500$$

$$= 1.575.000$$

$$10. Pr_{10} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 495 \times 2500$$

$$= 1.237.500$$

$$11. Pr_{11} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 501 \times 2500$$

$$= 1.252.500$$

$$12. Pr_{12} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 450 \times 2500$$

$$= 1.125.000$$

$$13. Pr_{13} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 796 \times 2500$$

$$= 1.990.000$$

$$14. Pr_{14} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 440 \times 2500$$

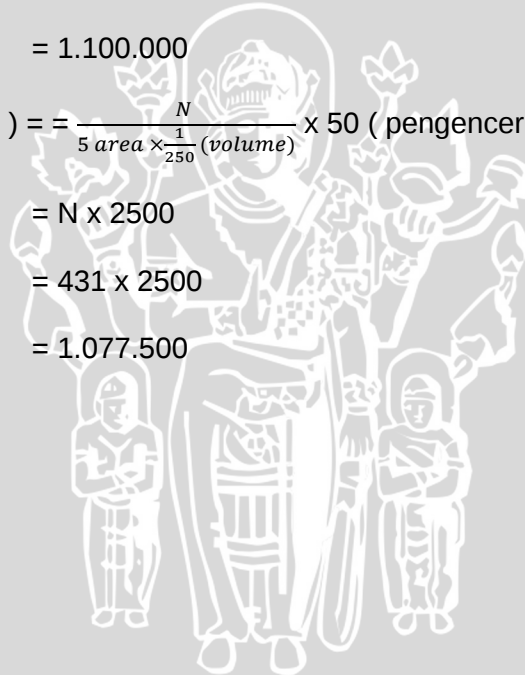
$$= 1.100.000$$

$$15. Pr_{15} (\text{ sel / mm}^3) = = \frac{N}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250} (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 2500$$

$$= 431 \times 2500$$

$$= 1.077.500$$



Lampiran 10. Perhitungan jumlah Leukosit.

Data perhitungan jumlah leukosit di wilayah Bpap Bangil.

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Bgl}_1 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran}) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 1520 \times 125 \\
 &= 190.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Bgl}_2 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran}) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 1450 \times 125 \\
 &= 181.250
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Bgl}_3 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran}) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 1500 \times 125 \\
 &= 187.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Bgl}_4 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran}) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 1460 \times 125 \\
 &= 182.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Bgl}_5 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran}) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 1300 \times 125 \\
 &= 162.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Bgl}_6 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran}) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 1200 \times 125
 \end{aligned}$$

$$= 150.000$$

$$7. \text{ Bgl}_7 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1100 \times 125$$

$$= 137.500$$

$$8. \text{ Bgl}_8 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1600 \times 125$$

$$= 200.000$$

$$9. \text{ Bgl}_9 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1255 \times 125$$

$$= 156.875$$

$$10. \text{ Bgl}_{10} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1555 \times 125$$

$$= 194.375$$

$$11. \text{ Bgl}_{11} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1176 \times 125$$

$$= 147.000$$

$$12. \text{ Bgl}_{12} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1444 \times 125$$

$$= 180.500$$

$$13. Bgl_{13}(\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1225 \times 125$$

$$= 153.125$$

$$14. Bgl_{14}(\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1690 \times 125$$

$$= 211.250$$

$$15. Bgl_{15}(\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

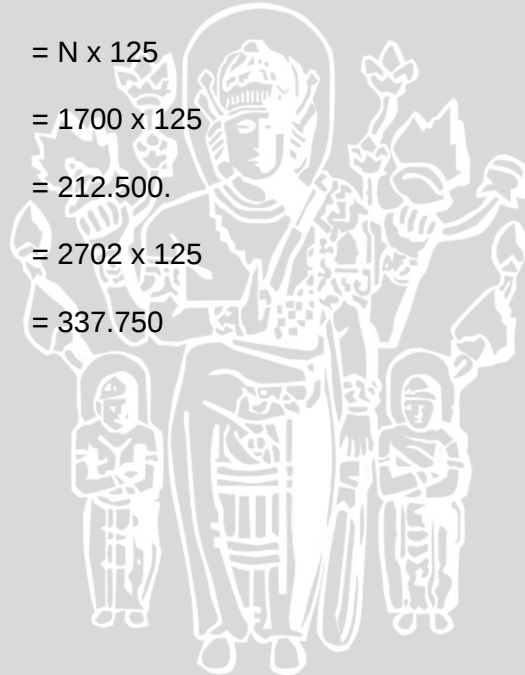
$$= N \times 125$$

$$= 1700 \times 125$$

$$= 212.500.$$

$$= 2702 \times 125$$

$$= 337.750$$



Lampiran 11. Perhitungan jumlah Leukosit.

Data perhitungan jumlah leukosit di wilayah estuaria Sungai Wonokromo

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Wk}_1 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2136 \times 125 \\
 &= 267.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Wk}_2 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2222 \times 125 \\
 &= 277.750
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Wk}_3 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2902 \times 125 \\
 &= 362.750
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Wk}_4 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2360 \times 125 \\
 &= 295.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Wk}_5 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2502 \times 125 \\
 &= 312.750
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Wk}_6 (\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2552 \times 125
 \end{aligned}$$

$$= 319.000$$

$$7. Wk_7 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2500 \times 125$$

$$= 312.500$$

$$8. Wk_8 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2652 \times 125$$

$$= 331.500$$

$$9. Wk_9 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2802 \times 125$$

$$= 350.250$$

$$10. Wk_{10} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2480 \times 125$$

$$= 310.000$$

$$11. Wk_{11} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2750 \times 125$$

$$= 343.750$$

$$12. Wk_{12} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2552 \times 125$$

$$= 319.000$$

$$13. Wk_{13} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{ volume})} \times 50 (\text{ pengenceran})$$

$$= N \times 125$$

$$= 1950 \times 125$$

$$= 243.750$$

$$14. Wk_{14} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{ volume})} \times 50 (\text{ pengenceran})$$

$$= N \times 125$$

$$= 2340 \times 125$$

$$= 292.500$$

$$15. Wk_{15} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{ volume})} \times 50 (\text{ pengenceran})$$

$$= N \times 125$$



Lampiran 12. Perhitungan jumlah Leukosit.

Data perhitungan jumlah leukosit di wilayah estuaria sungai Porong

$$\begin{aligned}
 1. \Pr_1(\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 1800 \times 125 \\
 &= 225.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \Pr_2(\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2220 \times 125 \\
 &= 277.500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \Pr_3(\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 1960 \times 125 \\
 &= 245.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \Pr_4(\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2000 \times 125 \\
 &= 250.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \Pr_5(\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2110 \times 125 \\
 &= 263.750
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \Pr_6(\text{ sel / mm}^3) &= \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran }) \\
 &= N \times 125 \\
 &= 2600 \times 125
 \end{aligned}$$

$$= 325.000$$

$$7. Pr_7 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2200 \times 125$$

$$= 275.000$$

$$8. Pr_8 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1990 \times 125$$

$$= 248.750$$

$$9. Pr_9 (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2400 \times 125$$

$$= 300.000$$

$$10. Pr_{10} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2100 \times 125$$

$$= 262.500$$

$$11. Pr_{11} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2390 \times 125$$

$$= 298.750$$

$$12. Pr_{12} (\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1170 \times 125$$

$$= 221.250$$

$$13. Pr_{13}(\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 1900 \times 125$$

$$= 237.500$$

$$14. Pr_{14}(\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

$$= N \times 125$$

$$= 2350 \times 125$$

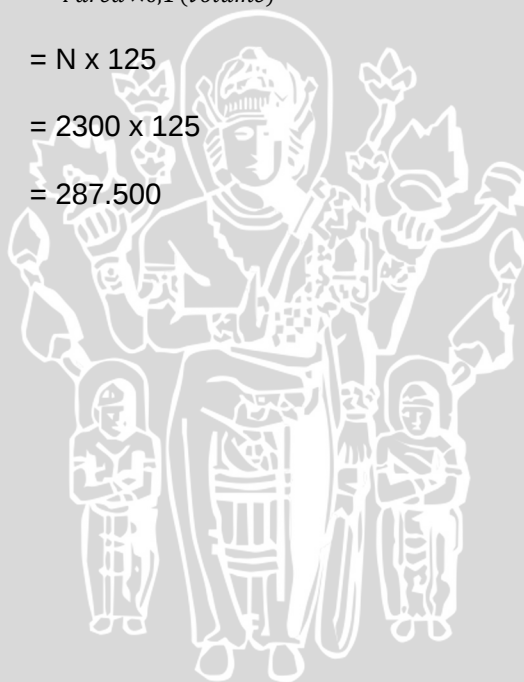
$$= 293.750$$

$$15. Pr_{15}(\text{ sel / mm}^3) = \frac{N}{4 \text{ area} \times 0,1 (\text{volume})} \times 50 (\text{ pengenceran })$$

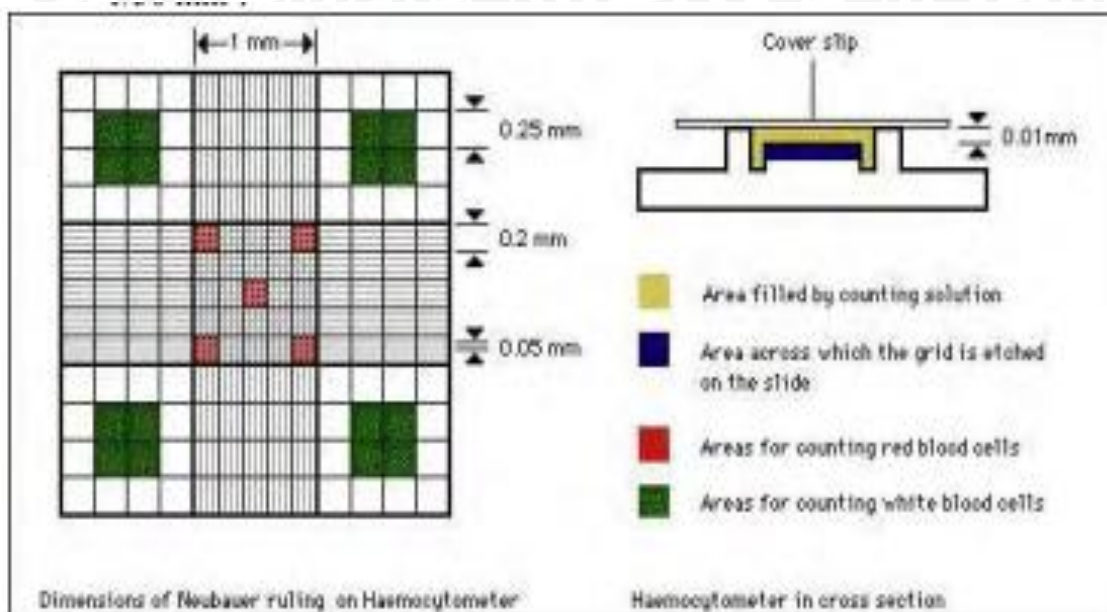
$$= N \times 125$$

$$= 2300 \times 125$$

$$= 287.500$$



pLampiran 13. Kamar Hitung Haemocytometer (Vonti, 2009)



Lampiran 14. Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah estuaria Sungai Porong (I)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method : **Habiba 160141**
 Measurement Date : 16.04.14 23:48
 Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	4.183	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	4.184	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	4.250	3.996	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	4.250	3.995	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	4.125	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	4.126	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	3.983	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	3.984	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method : **Habiba 160141**
 Measurement Date : 16.04.14 23:48
 Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.034	4.185	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
	BK	SM4										
B	-0.034	4.180	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
	SM1	SM5										
C	4.251	3.995	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
	SM1	SM5										
D	4.249	3.997	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
	SM2											
E	4.125	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
	SM2											
F	4.126	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
	SM3											
G	3.980	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
	SM3											
H	3.984	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method : Habiba 160141
Measurement Date : 16.04.14 23:48
Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	BK 0.034	SM4 4.001	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
B	BK -0.034	SM4 4.109	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
C	SM1 4.250	SM5 3.899	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
D	SM1 4.249	SM5 3.997	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
E	SM2 4.124	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
F	SM2 4.127	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
G	SM3 3.559	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
H	SM3 3.789	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Lampiran 15. Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah estuaria Sungai Porong (2)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method : **Habiba 160141**
 Measurement Date : 16.04.14 23:48
 Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	4.179	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	4.184	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	4.251	3.976	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	4.250	3.985	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	4.124	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	4.126	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	3.974	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	3.984	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method : **Habiba 160141**
 Measurement Date : 16.04.14 23:48
 Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.034	4.185	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
	BK	SM4										
B	-0.034	4.179	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
	SM1	SM5										
C	4.252	3.989	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
	SM1	SM5										
D	4.249	3.995	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
	SM2											
E	4.119	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
	SM2											
F	4.126	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
	SM3											
G	3.979	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
	SM3											
H	3.984	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method : Habiba 160141
Measurement Date : 16.04.14 23:48
Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	BK	SM4										
	0.034	4.001	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
B	BK	SM4										
	-0.034	4.109	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
C	SM1	SM5										
	4.250	3.899	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
D	SM1	SM5										
	4.249	3.997	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
E	SM2											
	4.120	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
F	SM2											
	4.129	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
G	SM3											
	3.559	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
H	SM3											
	3.780	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Lampiran 16. Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah estuaria Sungai Porong (3)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method : **Habibal60141**

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	4.183	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	4.180	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	4.250	3.996	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	4.250	3.995	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	4.115	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	4.128	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	3.979	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	3.984	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method :Habiba160141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.034	4.185	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
	BK	SM4										
B	-0.034	4.180	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
	SM1	SM5										
C	4.241	3.990	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
	SM1	SM5										
D	4.249	3.993	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
	SM2											
E	4.123	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
	SM2											
F	4.118	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
	SM3											
G	3.980	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
	SM3											
H	3.984	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	BK	SM4										
	0.034	4.097	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
B	BK	SM4										
	-0.034	4.108	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
C	SM1	SM5										
	4.248	3.890	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
D	SM1	SM5										
	4.240	3.989	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
E	SM2											
	4.125	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
F	SM2											
	4.120	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
G	SM3											
	3.559	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
H	SM3											
	3.780	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Lampiran 17.Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah estuaria Sungai Wonokromo (I)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	3.900	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	3.907	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	3.833	4.448	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	3.837	4.440	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	3.359	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	3.361	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	4.500	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	4.499	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method :Habiba160141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.034	3.900	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
	BK	SM4										
B	-0.034	3.899	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
	SM1	SM5										
C	3.833	4.448	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
	SM1	SM5										
D	3.835	4.441	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
	SM2											
E	3.369	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
	SM2											
F	3.364	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
	SM3											
G	4.500	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
	SM3											
H	4.501	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	BK	SM4										
	0.034	3.903	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
B	BK	SM4										
	-0.034	3.901	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
C	SM1	SM5										
	3.833	4.443	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
D	SM1	SM5										
	3.831	4.441	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
E	SM2											
	3.361	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
F	SM2											
	3.365	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
G	SM3											
	4.999	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
H	SM3											
	4.509	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Lampiran 18. Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah estuaria Sungai Wonokromo (2)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method : **Habiba 160141**
 Measurement Date : 16.04.14 23:48
 Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	3.439	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	3.438	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	3.999	3.890	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	4.000	3.891	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	4.026	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	4.020	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	3.379	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	3.381	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method : **Habiba 160141**
 Measurement Date : 16.04.14 23:48
 Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.034	3.435	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
	BK	SM4										
B	-0.034	3.439	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
	SM1	SM5										
C	4.005	3.819	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
	SM1	SM5										
D	4.001	3.819	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
	SM2											
E	4.020	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
	SM2											
F	4.026	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
	SM3											
G	3.381	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
	SM3											
H	3.379	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method : Habiba 160141
Measurement Date : 16.04.14 23:48
Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	BK	SM4										
	0.034	3.440	-0.102	-0.104	-0.097	-0.108	-0.106	-0.108	-0.105	-0.103	-0.105	-0.104
B	BK	SM4										
	-0.034	4.439	-0.100	-0.107	-0.099	-0.107	-0.105	-0.104	-0.106	-0.102	-0.106	-0.102
C	SM1	SM5										
	4.004	3.820	-0.099	-0.108	-0.100	-0.104	-0.104	-0.101	-0.104	-0.104	-0.103	-0.103
D	SM1	SM5										
	4.005	3.819	-0.102	-0.103	-0.103	-0.102	-0.100	-0.100	-0.103	-0.106	-0.102	-0.099
E	SM2											
	4.026	-0.106	-0.104	-0.100	-0.106	-0.100	-0.102	-0.105	-0.102	-0.100	-0.100	-0.101
F	SM2											
	4.020	-0.106	-0.101	-0.098	-0.101	-0.098	-0.103	-0.107	-0.103	-0.099	-0.099	-0.100
G	SM3											
	3.381	-0.107	-0.105	-0.106	-0.100	-0.099	-0.101	-0.106	-0.101	-0.098	-0.097	-0.099
H	SM3											
	3.380	-0.107	-0.106	-0.100	-0.104	-0.098	-0.102	-0.101	-0.102	-0.101	-0.107	-0.104

Lampiran 19.Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah estuaria Sungai Wonokromo (3)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	4.116	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	4.117	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	3.908	3.836	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	3.900	3.833	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	4.215	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	4.211	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	4.008	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	4.001	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method :Habiba160141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	4.200	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	4.117	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	3.905	3.836	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	3.908	3.834	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	4.215	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	4.213	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	4.007	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	4.009	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	BK	SM4										
	0.033	4.119	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
B	BK	SM4										
	-0.033	4.116	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
C	SM1	SM5										
	3.908	3.836	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
D	SM1	SM5										
	3.901	3.835	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
E	SM2											
	4.217	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
F	SM2											
	4.214	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
G	SM3											
	4.009	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
H	SM3											
	4.111	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Lampiran 20. Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah BPAP Bangil (I)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method : **Habibal60141**

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	0.725	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	0.725	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	1.000	1.045	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	0.992	1.040	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	1.005	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	0.999	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	0.548	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	0.541	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method :Habiba160141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	0.729	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	0.720	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	0.998	1.039	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	0.992	1.040	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	1.007	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	0.9989	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	0.545	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	0.539	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method :Habiba160141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	0.726	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	0.719	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	0.990	1.040	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	0.988	1.049	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	1.003	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	1.005	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	0.539	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	0.541	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Lampiran 21.Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah BPAP Bangil (2)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	0.806	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	0.800	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	1.665	0.683	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	1.660	0.679	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	0.953	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	0.950	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	1.377	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	1.378	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method :Habiba160141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	0.808	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	0.802	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	1.667	0.683	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	1.659	0.680	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	0.963	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	0.948	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	1.373	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	1.378	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	BK	SM4										
	0.033	0.806	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
B	BK	SM4										
	-0.033	0.800	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
C	SM1	SM5										
	1.660	0.686	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
D	SM1	SM5										
	1.669	0.671	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
E	SM2											
	0.953	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
F	SM2											
	0.950	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
G	SM3											
	1.379	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
H	SM3											
	1.377	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Lampiran 22.Data aktifitas *Respiratory burst* di daerah BPAP Bangil (3)

Plate ID: 021604141

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	0.863	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	0.864	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	0.956	1.378	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	0.950	1.377	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	1.006	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	1.000	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	0.937	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	0.937	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604142

Biotrak II Reader

Results

Method :Habiba160141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	BK	SM4										
A	0.033	0.866	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
	BK	SM4										
B	-0.033	0.862	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
	SM1	SM5										
C	0.955	1.371	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
	SM1	SM5										
D	0.956	1.380	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
	SM2											
E	1.008	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
	SM2											
F	1.002	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
	SM3											
G	0.939	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
	SM3											
H	0.936	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Plate ID: 021604143

Biotrak II Reader

Results

Method :Habibal60141

Measurement Date : 16.04.14 23:48

Measurement Filter : 620 nm

Legend: Layout / Absorbance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	BK	SM4										
	0.033	0.863	-0.101	-0.103	-0.096	-0.107	-0.105	-0.107	-0.104	-0.102	-0.104	-0.103
B	BK	SM4										
	-0.033	0.862	-0.099	-0.106	-0.098	-0.106	-0.104	-0.103	-0.105	-0.101	-0.105	-0.101
C	SM1	SM5										
	0.950	1.381	-0.098	-0.107	-0.099	0.103	-0.103	-0.100	-0.103	-0.103	-0.102	-0.102
D	SM1	SM5										
	0.960	1.367	-0.101	-0.102	-0.102	-0.101	-0.099	-0.099	-0.102	-0.105	-0.101	-0.098
E	SM2											
	1.007	-0.105	-0.103	-0.099	-0.105	-0.099	-0.101	-0.104	-0.101	-0.099	-0.099	-0.100
F	SM2											
	1.001	-0.105	-0.100	-0.097	-0.100	-0.097	-0.102	-0.106	-0.103	-0.098	-0.098	-0.099
G	SM3											
	0.929	-0.106	-0.104	-0.105	-0.099	-0.098	-0.100	-0.105	-0.098	-0.097	-0.096	-0.098
H	SM3											
	0.940	-0.106	-0.105	-0.099	-0.103	-0.097	-0.101	-0.100	-0.099	-0.100	-0.106	-0.103

Lampiran 23. Data Mentah Eritrosit

No	Tanggal	Jumlah Eritrosit sel/mm ³		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	01-04-2014	2325000	1245000	1102000
2	01-04-2014	2445000	1225000	1297500
3	01-04-2014	2020000	1297500	1950000
4	01-04-2014	2502500	1192500	1087500
5	01-04-2014	2537500	1175000	1457500
Rata-Rata		2366000	1227000	1378900
SD		3174,32	2448	1358,5

No	Tanggal	Jumlah Eritrosit sel/mm ³		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	08-04-2014	2262500	1200000	1207500
2	08-04-2014	2395000	1195000	1120000
3	08-04-2014	2187500	1295000	1540000
4	08-04-2014	2187500	1222500	1575000
5	08-04-2014	2447500	1242500	1237500
Rata-Rata		2296000	1231000	1336000
SD		2157,38	2004,61	1237,82

No	Tanggal	Jumlah Eritrosit sel/mm ³		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	14-04-2014	2472500	1265000	1252500
2	14-04-2014	2312500	1240000	1125000
3	14-04-2014	2352500	1270000	1990000
4	14-04-2014	2522500	1207000	1100000
5	14-04-2014	2237500	1220000	1077500

Rata-Rata		2379500	1240400	1309000
SD		3211,56	2331,24	1091,73



Lampiran 24. Data Mentah Leukosit

No	Tanggal	Jumlah Leukosit sel/mm ³		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	01-04-2014	190000	267000	225000
2	01-04-2014	181250	277750	227500
3	01-04-2014	187500	362750	245000
4	01-04-2014	182500	295000	250000
5	01-04-2014	162500	312750	263750
Rata-Rata		180750	303050	242250
SD		422,57	1083,57	808,33

No	Tanggal	Jumlah Leukosit sel/mm ³		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	08-04-2014	150000	319000	325000
2	08-04-2014	137500	312500	275000
3	08-04-2014	200000	331500	248750
4	08-04-2014	165875	350250	300000
5	08-04-2014	194375	310000	262500
Rata-Rata		169550	324640	282250
SD		239,77	459,11	339,16

No	Tanggal	Jumlah Leukosit sel/mm ³		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	14-04-2014	147000	343750	298750
2	14-04-2014	180500	319000	221250
3	14-04-2014	153125	243750	237500
4	14-04-2014	211250	292500	293750
5	14-04-2014	212500	337750	287500

Rata-Rata		180875	307350	267750
SD		265,9	434,65	366,63



Lampiran 25. Data Mentah Aktivitas Fagositosis

No	Tanggal	Jumlah Fagositosis Magrofag		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	01-04-2014	1.7	4.6	3.1
2	01-04-2014	1.8	8.4	2.7
3	01-04-2014	1.6	5	2.4
4	01-04-2014	1.2	3.5	2.5
5	01-04-2014	1.1	6.8	2.8
Rata-Rata		1,4	5,66	2,7
SD		0,66	2,53	1,207

No	Tanggal	Jumlah Fagositosis Magrofag		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	08-04-2014	1.1	4.3	2.7
2	08-04-2014	1.6	3.9	3.3
3	08-04-2014	1.8	4.5	2.5
4	08-04-2014	1.7	6.3	2.6
5	08-04-2014	1.6	3.6	2.8
Rata-Rata		1,56	4,52	2,7
SD		0,69	2,021	1,207

No	Tanggal	Jumlah Fagositosis Magrofag		
		Bangil	Wonokromo	Porong
1	14-04-2014	1.5	4.9	2.8
2	14-04-2014	1.2	6.5	2.7
3	14-04-2014	1.7	5.3	3.2
4	14-04-2014	1.6	4.5	2.7
5	14-04-2014	1.8	8.3	3.3

Rata-Rata		1,56	5,9	2,94
SD		0.69	2,64	1,29



Lampiran 26. Data Mentah Respiratory Burst

No	Tanggal	OD	Aktifitas Respiratory Burst		
			Bangil	Wonokromo	Porong
1	01-04-2014	620	0.992	3.836	4.251
2	01-04-2014		1.005	3.367	4.126
3	01-04-2014		0.548	4.506	3.985
4	01-04-2014		0.725	3.906	4.187
5	01-04-2014		1.045	4.447	3.996
Rata-Rata			0,863	4,0124	4,109
SD			0,387	1,794	1,837

No	Tanggal	OD	Aktifitas Respiratory Burst		
			Bangil	Wonokromo	Porong
1	08-04-2014	620	1.663	4.005	4.379
2	08-04-2014		0.953	4.002	4.519
3	08-04-2014		1.378	3.381	4.519
4	08-04-2014		0.806	3.439	4.437
5	08-04-2014		0.683	3.819	3.345
Rata-Rata			1,0966	3,7292	4,2398
SD			0,490	1,667	1,896

No	Tanggal	OD	Aktifitas Respiratory Burst		
			Bangil	Wonokromo	Porong
1	14-04-2014	620	0.956	3.908	4.113
2	14-04-2014		1.006	4.215	3.375
3	14-04-2014		0.937	4.008	4.039
4	14-04-2014		0.864	4.116	3.44

5	14-04-2014		1.378	3.836	3.516
Rata-Rata			1,0282	4,0166	3,6966
SD			0,459	1,796	1,653



Lampiran 27. Daftar Tabel Eritrosit

No	Jumlah Eritrosit		
	Bangil	Wonokromo	Porong
1	2325000	1245000	1102000
2	2445000	1225000	1297500
3	2020000	1297500	1950000
4	2502500	1192500	1087500
5	2537500	1175000	1457500
6	2262500	1200000	1207500
7	2395000	1195000	1120000
8	2187500	1295000	1540000
9	2187500	1222500	1575000
10	2447500	1242500	1237500
11	2472500	1265000	1252500
12	2312500	1240000	1125000
13	2352500	1270000	1990000
14	2522500	1207000	1100000
15	2237500	1220000	1077500

Lampiran 28. Daftar Tabel Leukosit

No	Jumlah Eritrosit		
	Bangil	Wonokromo	Porong
1	190000	267000	225000
2	181250	277750	227500
3	187500	362750	245000
4	182500	295000	250000
5	162500	312750	263750
6	150000	319000	325000
7	137500	312500	275000
8	200000	331500	248750
9	165875	350250	300000
10	194375	310000	262500
11	147000	343750	298750
12	180500	319000	221250
13	153125	243750	237500
14	211250	292500	293750
15	212500	337750	287500

Lampiran 29. Penelitian Terdahulu tentang Sistem Imun Ikan

	Spesies	Lokasi	Pencemar	Nilai	Sumber
Eritrosit	<i>Alburnus alburnus</i>	Waduk Kladenenetsh (1) dan Waduk Kardzhali (2), Bulgaria (saat musim dingin)	Logam berat (Manganese, total iron, cooper, lead, zinc, cadmium, arsenic)	1) $0,78 \pm 0,15 (x10^{12}.1^{-1})$ 2) $1,15 \pm 0,08 (x10^{12}.1^{-1})$	Arnaudova et al., (2008)
	<i>Alburnus alburnus</i>	Waduk Kladenenetsh (1) dan Waduk Kardzhali (2), Bulgaria (saat musim panas)	Logam berat (Manganese, total iron, cooper, lead, zinc, cadmium, arsenic)	1) $0,87 \pm 0,09 (x10^{12}.1^{-1})$ 2) $1,18 \pm 0,05 (x10^{12}.1^{-1})$	
	<i>Scarinus erythrophthalmus</i>	Waduk Kladenenetsh (1) dan Waduk Kardzhali (2), Bulgaria (saat musim dingin)	Logam berat (Manganese, total iron, cooper, lead, zinc, cadmium, arsenic)	1) $0,95 \pm 0,04 (x10^{12}.1^{-1})$ 2) $1,13 \pm 0,09 (x10^{12}.1^{-1})$	
	<i>Scarinus erythrophthalmus</i>	Waduk Kladenenetsh (1) dan Waduk Kardzhali (2), Bulgaria (saat musim panas)	Logam berat (Manganese, total iron, cooper, lead, zinc, cadmium, arsenic)	1) $0,98 \pm 0,07 (x10^{12}.1^{-1})$ 2) $1,16 \pm 0,23 (x10^{12}.1^{-1})$	

Lanjutan lampiran 29

	<i>Perca fluviatilis</i>	Waduk Kladenenetsh (1) dan Waduk Kardzhali (2), Bulgaria (saat musim dingin)	Logam berat (Manganese, total iron, cooper, lead, zinc, cadmium, arsenic)	1) $0,81 \pm 0,14 (\times 10^{12} . 1^{-1})$ 2) $1,13 \pm 0,08 (\times 10^{12} . 1^{-1})$	
	<i>Perca fluviatilis</i>	Waduk Kladenenetsh (1) dan Waduk Kardzhali (2), Bulgaria (saat musim panas)	Logam berat (Manganese, total iron, cooper, lead, zinc, cadmium, arsenic)	1) $0,94 \pm 0,12 (\times 10^{12} . 1^{-1})$ 2) $1,19 \pm 0,12 (\times 10^{12} . 1^{-1})$ *kandungan logam berat lebih tinggi pada No (1)	
	<i>Cyprinus carpio</i>	Sebuah kolam di Tamil Nadu, India kemudian dilanjutkan penelitian di laboratorium	Cadmium	$3,27 \pm 0,16 - 4,05 \pm 0,18$ (millions/cu/mm)	Vinodhini dan Narayanan, 2009
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tambak ikan di Jos Nigeria dan dilanjutkan penelitian di laboratorium	Formalin (1,56 mg/l – 25 mg/l) selama 12 minggu	$4,1 - 9,9 \times 10^6$ sel/ml	Omoregie et al., 1994
	<i>Labeo rohita</i>	Tambak ikan di Gujarat, India dan dilanjutkan penelitian di laboratorium menggunakan perlakuan	Nitrit (sebelum perlakuan – sesudah perlakuan)	$47,45 \pm 0,57 - 60,34 \pm 2,34$ x 10^4 sel/ml	Singh et al., 2013

Lanjutan lampiran 29

Leukosit	<i>Achantopagrus latus</i>	Penelitian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan perlakuan	Mercury Chloride dengan kadar 10µg/l (1), 20µg/l (2), 40µg/l (3), 80µg/l (4)	1) 9666±11,50 2) 9916±23,12 3) 10300±8,31 4) 9133±13,54	Hedayati et al., 2010
	<i>Labeo rohita</i>	Tambak ikan di Gujarat, India dan dilanjutkan penelitian di laboratorium menggunakan perlakuan	Nitrit	14,39±0,28 – 16,34±0,18 x 10 ³ sel/ml	Singh et al., 2013
	<i>Goldfish</i> <i>Zebrafish</i>	Penelitian laboratorium	Cadmium, tembaga, seng	Mengalami penurunan jumlah leukosit	O'Halloran et al., (1998)
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Sungai Aloo (a), tambak di sidoarjo (b), bendungan Karangates (c) dan tambak air payau di Pasuruan (d)	Pengaruh polusi dari Lumpur Sidoarjo	(a) 108760 sel/ml (c) 148480 sel/ml	Risjani et al., (2014)
	<i>Channa striata</i>			(a) 187400 sel/ml (c) 107000 sel/ml	
	<i>Chanos chanos</i>			(b) 461000 sel/ml (d) 139040 sel/ml	

Lanjutan lampiran 29

Aktifitas <i>respiratory burst</i>	<i>Labeo rohita</i>	Tambak ikan di Gujarat, India dan dilanjutkan penelitian di laboratorium menggunakan perlakuan	Nitrit (sebelum perlakuan-sesudah perlakuan)	0,293±0,00 – 0,436±0,00 (pada absorbansi 540nm)	Singh et al., 2013
	<i>Cottus sp.</i>	Beberapa sungai di Eropa	Analisis pencemaran lingkungan (sungai tidak tercemar – sungai tercemar)	0,9±0,1 – 17,1±1,5	Bado-Nilles et al.,(2014)
Aktifitas Fagositosis	<i>Asian catfish</i>	Penelitian laboratorium	Tembaga (a), Mangan (b), Seng (c)	(a) Mengalami penurunan aktifitas fagositosis	O'Halloran et al., (1998)
	<i>Dab</i>			(a) Mengalami peningkatan aktifitas fagositosis	
	<i>Zebrafish</i>			(a) Mengalami penurunan aktifitas fagositosis (c) mengalami peningkatan aktifitas fagositosis	
	<i>European carp</i>			(b) Mengalami peningkatan aktivitas fagositosis	

Lanjutan lampiran 29

	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Sungai Aloo (a), tambak di sidoarjo (b), bendungan Karangkates (c) dan tambak air payau di Pasuruan (d)	Pengaruh polusi dari Lumpur Sidoarjo	(a) 32,4% (c) 50,4%	Risjani et al., (2014)
	<i>Channa striata</i>			(a) 12,8% (c) 35,8%	
	<i>Chanos chanos</i>			(b) 22,8% (d) 39,4%	