

**GAMBARAN IMUNOLOGI IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*)
DI BENDUNGAN KARANGKATES DAN DI SUNGAI ALOO
YANG TERKENA DAMPAK LUMPUR PT. LAPINDO BRANTAS
KABUPATEN SIDOARJO, JAWA TIMUR**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

NORMA DWI WIJAYANTI

0610810044



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

RINGKASAN

NORMA DWI WIJAYANTI. Gambaran Imunologi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Bendungan Karangates dan di Sungai Aloo Yang Terkena Dampak Lumpur PT. Lapindo Brantas Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur (di bawah bimbingan **Prof. Ir. YENNY RISJANI., D.E.A., Ph.D. dan Ir.PUTUT WIDJANARKO., M.P.**)

Gambaran komponen darah suatu organisme dapat digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan yang sedang dialami oleh organisme tersebut. Penyimpangan fisiologis ikan akan menyebabkan komponen-komponen darah juga mengalami perubahan. Perubahan gambaran darah dan kimia darah, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, dapat menentukan kondisi kesehatannya. Nilai normal gambaran darah ikan diperlukan untuk menentukan status kesehatan dan membantu diagnosis penyakit pada ikan. Adanya gangguan kesehatan maupun perubahan status fisiologi hewan sering dapat diketahui melalui perubahan yang terjadi pada komponen darahnya (Salasia et al., 2001). Leukosit merupakan jenis sel yang aktif di dalam sistem pertahanan tubuh. Penurunan jumlah leukosit disebabkan karena adanya gangguan pada fungsi organ ginjal dan limpa dalam memproduksi leukosit yang disebabkan oleh infeksi penyakit (Widagdo. P, 2010). Keadaan fisiologis darah ikan sangat bervariasi tergantung pada stadi hidup, kebiasaan hidup dan kondisi lingkungan (Yustina, 2005)

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

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui perbedaan kondisi imunitas dari ikan Mujair yang diambil di sungai Alo dan ikan Mujair DI Bendungan Karangates.

Dari hasil penelitian didapat bahwa jumlah leukosit pada ikan mujair di Sungai Aloo yang terkena dampak lumpur lapindo berkisar antara 108760 sel/ml³, Neutrofil berkisar antara 12%, Limfosit berkisar antara 47,8%, Monosit berkisar antara 4%, Makrofag berkisar antara 50,4x10⁵ dan Aktivitas Fagositosis berkisar antara 32,4%, sedangkan pada ikan mujair di Bendungan Karangates memiliki Jumlah Leukosit berkisar antara 148480 sel/ml³, Neutrofil berkisar

antara 17,4%, Limfosit berkisar antara 62,2%, Monosit berkisar antara 5,4%, Makrofag berkisar antara $82,4 \times 10^5$ dan Aktivitas Fagositosis berkisar antara 50,4%. Untuk menunjang data pada penelitian dilakukan pula pengukuran kualitas air yaitu dilakukan pengukuran DO, pH, Salinitas, Suhu, TSS, COD dan Phenol. Hasil dari penelitian didapatkan nilai DO sebesar 2,18mg/l, pH sebesar 8, Salinitas sebesar 5 ppt, Suhu sebesar 32%, TSS sebesar 672 mg/l, COD sebesar 58 mg/l dan Phenol sebesar 1,9 mg/l.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ikan mujair di Sungai Aloo memiliki imunitas yang lebih rendah dibandingkan dengan imunitas ikan mujair di Bendungan Karangates. Hal ini disebabkan ikan mujair yang berada di Sungai Aloo dalam keadaan stress yang dikarenakan kondisi kualitas perairan yang kurang baik untuk kehidupan ikan mujair. Ikan yang stres akan merangsang peningkatan produksi *corticosteroid*, *corticosteroid* pada ikan adalah *cortison* yang nantinya akan mempengaruhi mekanisme sirkulasi leukosit sehingga menyebabkan hambatan terhadap ekresi leukosit. *Cortison* juga menghambat produksi interleukin yang menyebabkan penurunan terhadap produksi B-Limfosit untuk menghasilkan anti bodi. Sedangkan saran yang dapat diberikan adalah Seandainya sungai Aloo akan digunakan sebagai sumber air untuk pemasukan bagi tambak pemeliharaan tambak atau udang disekitar maka perlu dilakukan penanganan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai pemasok air ditambak seperti pengendapan terlebih dahulu sebelum digunakan.



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala curahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Laporan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.

Dengan terselesaikannya laporan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Ayahanda, Ibunda dan kakakku tercinta atas semua cinta, kasih sayang dan pelajaran berharga mengenai arti hidup yang telah diberikan hingga saat ini. Sungguh suatu berkah yang tiada tara karena penulis dilahirkan didunia ini sebagai bagian dari keluarga mulia ini.
- Prof. Ir. Yenny Risjani., D.E.A., Ph.D. dan Ir. Putut Widjanarko., M.P. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan laporan ini
- Keluarga Besar Enthud Corp senantiasa memberikan motivasi kepada penulis untuk selalu bersikap tabah dan sabar hingga saat ini.
- Keluarga Besar Watu Gilang 3/17B atas semua yang telah diberikan kepada penulis saat mengalami masa-masa yang manis dan pahit.
- Semua teman-teman yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga laporan ini selesai

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak

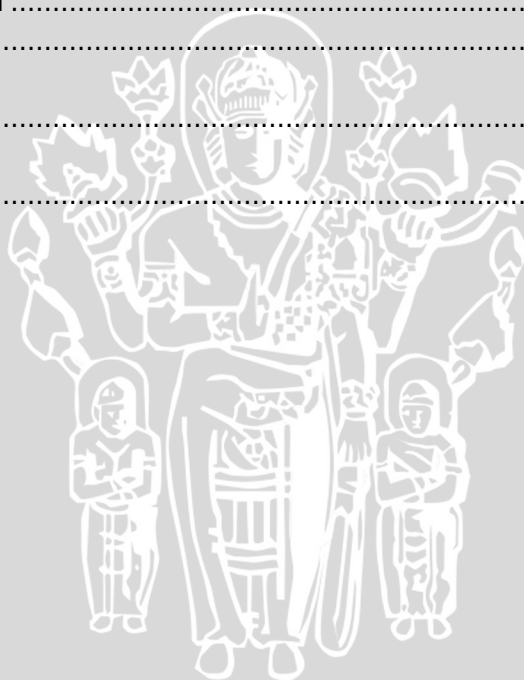
Malang, April 2011

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Kegunaan Penelitian.....	6
1.5 Waktu dan Tempat.....	7
2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Biologi Ikan Mujair.....	8
2.2 Sungai Aloo dan Lumpur PT. Lapindo Brantas.....	11
2.3 Pengertian Immunologi.....	13
2.4 Leukosit.....	14
2.4.1 Granulosit.....	18
2.4.2 Agranulosit.....	20
2.5 Daya Fagositosis Makrofag Pada Jaringan.....	22
2.5.1 Perkembangan Makrofag.....	22
2.5.2 Aktivitas Fagositosis.....	23
2.6 Respon Pembentukan Sistem Imun pada Ikan Terhadap Pencemaran.....	24
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	26
3.1 Materi Penelitian.....	26
3.2 Metode Penelitian.....	26
3.3 Sumber Data.....	26
3.3.1 Data Primer.....	27
3.3.2 Data Sekunder.....	27
3.4 Metode Pemeriksaan Leukosit.....	28
3.4.1 Metode Pengambilan Sampel Darah.....	28
3.4.2 Metode Perhitungan Jumlah Leukosit.....	28
3.4.3 Metode Pemeriksaan Jumlah Diferensial Leukosit.....	30
3.5 Uji Aktivitas Fagositosis.....	31
3.6 Parameter Pendukung.....	32
3.7 Analisa Data.....	37

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	39
4.2 Kondisi Eksternal Ikan.....	40
4.3 Kondisi Imunologi Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	42
4.3.1 Total Leukosit.....	42
4.3.2 Diferensial Leukosit.....	44
4.3.3 Jumlah Sel Makrofag.....	51
4.3.4 Aktivitas Fagositosis Makrofag.....	54
4.4 Pembahasan Umum.....	56
4.5 Pengukuran Kualitas Air.....	57
 5. KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	61
 DAFTAR PUSTAKA	62
 LAMPIRAN	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	8
2. Badan sungai Aloo	11
3. Penampang sel neutrofil ikan	19
4. Penampang sel Eosinofil ikan	19
5. Penampang sel Basofil ikan	20
6. Penampang sel Limfosit ikan	21
7. Penampang sel Monosit ikan	22
8. Fase Respon Imun	25
9. Tempat pengambilan ikan yang terkena lapindo	39
10. Ikan terkena lapindo	41
11. Ikan tidak terkena lapindo	41
12. Diagram total leukosit masing-masing ikan yang tidak terkena lumpur lapindo(Bendungan Karangates) dan ikan yang terkena dampak lumpur lapindo(Sungai Aloo)	42
13. jumlah total leukosit pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95%	44
14. Penampang sel darah kiri (ikan Mujair di Sungai Aloo yang terkena lapindo) dan kanan (ikan mujair di Sungai Krangkates yang tidak terkena lapindo). a : Neutrofil, b : Monosit, c : Limfosit dan d : Eritrosit	45
15. Diagram sel neutrofil pada ikan mujair yang terkena lapindo dan ikan mujair yang tidak terkena lapindo	45
16. jumlah Neutrofil pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak	

lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95% 47

17. Diagram sel limfosit pada ikan mujair yang terkena lapindo dan ikan mujair yang tidak terkena lapindo..... 47

18. jumlah Limfosit pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95% 49

19. Diagram sel monosit pada ikan mujair yang terkena lumpur lapindo dan ikan mujair yang tidak terkena dampak lumpur lapindo 49

20. jumlah Monosit pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95% 51

21. Sel makrofag ikan mujair: (A) ikan mujair yang terkena lumpur lapindo, (B) ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo..... 51

22. Grafik Perbandingan Jumlah Sel Makrofag 52

23. jumlah Makrofag pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95% 53

24. Grafik Aktivitas Fagositosis 54

25. Sel makrofag 55

26. Aktivitas fagositosis pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95% 56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Uji Kualitas Air Lumpur pada Luberan dari Pusat Semburan	3
2. Hasil penelitian berkaitan dengan perubahan kualitas air yang terkena lumpur lapindo	3
3. Jadwal Penelitian Skripsi	7
4. Kisaran Nilai Hematologi Ikan Sehat.....	10
5. Penelitian yang pernah dilakukan di wilayah semburan lumpur lapindo	13
6. Hasil-hasil penelitian tentang efek lingkungan terhadap imunologi ikan	15
7. Ukuran Total Length (TL) ikan mujair di Sungai Avor Aloo	40
8. Ukuran Total Length (TL) ikan mujair di Bendungan Karangates	40
9. Data hasil kualitas air (parameter kimia dan fisika) sungai Aloo dan Sungai Karangates	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kamar Hitung Haemocytometer	68
2. Data Hasil Jumlah Sel Darah Putih Ikan mujaer	69
3. Data Relatif Hasil Jumlah Diferensial Leukosit	70
4. Data Hasil Jumlah Makrofag dan Aktivitas Fagositosis	71
5. Data Absolut Hasil Jumlah Diferensial Leukosit	72
6. Uji t-Dependent	73
7. Tabel Distribusi Nilai t	79
8. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	80

1. DAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Aloo terletak di Propinsi Jawa Timur, Kabupaten Sidoarjo, merupakan pertemuan antara sungai Kalitengah dan Kalidawir di Kecamatan Tanggulangin Desa Penatarsewu. Memiliki panjang sekitar 20 km. Pada awalnya Sungai Aloo berfungsi sebagai sumber kegiatan ekonomi masyarakat daerah aliran sungai, antara lain sebagai mata pencaharian nelayan, irigasi pertanian dan pertambakan serta keperluan domestik bagi penduduk. Menurut Irianto (2005), air limbah industri, perkotaan maupun rumah tangga akan mengurangi kualitas air tergantung pada besaran polutan dan intensitasnya. Akibat limbah yang paling nyata yaitu penurunan kadar oksigen akibat proses biodegradasi senyawa organik dalam limbah oleh mikroba. Air limbah juga potensial sebagai sumber polutan logam berat, pestisida, dan mungkin pula nitrit.

Kabupaten Sidoarjo dilanda bencana yang sangat besar yaitu pada tanggal 27 Mei 2006 telah terjadi bencana Lumpur Lapindo yang terletak pada Kecamatan Tanggulangin, Kecamatan Porong, Kecamatan Jabon. bencana yang diakibatkan dari peneboran minyak yang dilakukan PT.Minarak Lapindo Brantas. Untuk mengantisipasi meluasnya lumpur maka dibuanglah lumpur tersebut kedalam Sungai Porong dan Sungai Aloo untuk keselamatan penduduk sekitar semburan. Pembuangan lumpur kedalam Sungai Aloo telah merusak banyak lahan pertambakan dan mencemari sungai Aloo. Hal ini sangat disayangkan karena budidaya tambak merupakan kegiatan perikanan terbesar di Kabupaten Sidoarjo. data dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Sidoarjo (2006), menyebutkan, tambak Sidoarjo yang terancam Lumpur Lapindo diantaranya di

Kecamatan Porong seluas 496,32 Ha, Kecamatan Tanggulangin 496,63 Ha dan Kecamatan Jabon seluas 4.144,07 Ha dan perairan umum pun ikut terganggu. Perlahan tapi pasti luapan lumpur itu sudah masuk sungai sekitar Desa Penatarsewu, sehingga ikan-ikan di sungai itu banyak yang mati (Hanyawanita, 2010). Air sungai dan tanah tambak di sekitar semburan lumpur sudah tercemar dan berbahaya bagi tambak. Sebanyak 15 parameter diteliti menggunakan beberapa spesifikasi metode, 9 parameter diantaranya melebihi ambang batas standar baku mutu air untuk budidaya air payau. Sampling yang diuji di laboratorium itu berasal dari Sungai Permisan di Desa Permisan, Kecamatan Jabon, Sungai Tuyono di Kecamatan Porong, Sungai Aloo di Kecamatan Porong, tanah tambak di desa Permisan dan desa Plumbon serta kolam lele di desa Penatar Sewu, Kecamatan Tanggulangin. Di sungai Permisan misalnya, kandungan amonia (NH_3), nitrit (NO_2), sulfida (S_2), dan klorin (Cl_2) untuk satuan mg/liter telah melampaui ambang batas. Demikian pula sampling lumpur sungai Permisan, Sungai Aloo dan tanah tambak di desa Plumbon mengandung besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mn) dan bromida (Br_2) tercatat diatas angka 3, jauh melebihi ketentuan standar yang diatur berdasarkan PP No.82 tahun 2001. Bahkan ditemukan plankton jenis *prorocentrum sp* yang merugikan karena dapat meracuni ikan. Jika lumpur dan air lumpur Lapindo tetap dibuang ke laut tanpa diolah, dapat dipastikan Selat Madura (65.563 km²) akan lebih parah. Kondisi perairan Selat Madura saat ini sudah *over fishing* karena susutnya sumber daya ikan (SDI) diakibatkan, salah satunya, faktor pencemaran. Di perairan yang rawan konflik ini menjadi lahan mencari nafkah 92.480 nelayan, produksinya 227.427 ton ikan per tahun, sedangkan potensi lestarnya 130.487,3 ton (Lukito, 2007). Dari uji toksikologis diketahui bahwa lumpur

Lapindo Brantas mengandung limbah organik diatas baku mutu sesuai dengan ketentuan KepMenLH 42/96, seperti penjabaran pada Tabel 1. berikut:

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

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

Sumber: Data Bapedal Prop Jatim, (2006) *dalam* Herawati (2007)

Menurut Rasidi, dkk, Semnaskan_UGM, (2008) Hasil penelitian berkaitan dengan perubahan kualitas air yang terkena lumpur lapindo tertera pada Tabel 2.

Status tambak	Tambak ke	Titik pengambilan	Kadar fenol total
Tercemar	1	-inlet	0,0935
		-pemanfaatan	0,0823
		-outlet	0,0444
Tidak tercemar	2	-inlet	0,0500
		-pemanfaatan	0,0388
		-outlet	0,0339
Tercemar	3	-inlet	0,0484
		-pemanfaatan	0,0836
		-outlet	0,0421
Tidak tercemar	4	-inlet	0,0460
		-pemanfaatan	0,0281
		-outlet	0,0353

Ikan adalah salah satu indikator biologi di suatu perairan. Apabila terjadi perubahan kualitas dari suatu perairan, maka ikan akan memberikan respon terhadap perubahan tersebut. Respon dari ikan ditunjukkan dengan perubahan tingkah laku maupun perubahan fisiologis dari ikan tersebut. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) adalah salah satu ikan yang hidup di sungai Porong. Ikan Mujair memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi. Ikan mujair mempunyai toleransi yang besar terhadap kadar garam (salinitas), sehingga dapat hidup di air payau. Jenis ikan ini memiliki kecepatan pertumbuhan yang relatif cepat. Menurut Wikipedia (2010) Ikan mujair mempunyai toleransi yang besar terhadap kadar garam (salinitas). Jenis ikan ini memiliki kecepatan pertumbuhan yang relatif cepat. Menurut Sumantadinata (1981), ikan mujair berkembang biak cepat sekali bila dibanding dengan ikan peliharaan lainnya. Makanan aslinya terdiri dari lumut – lumutan dan tumbuhan – tumbuhan. Di kolam mereka memakan segala makanan tambahan yang diberikan.

Gambaran komponen darah suatu organisme dapat digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan yang sedang dialami oleh organisme tersebut. Penyimpangan fisiologis ikan akan menyebabkan komponen-komponen darah juga mengalami perubahan. Perubahan gambaran darah dan kimia darah, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, dapat menentukan kondisi kesehatannya. Nilai normal gambaran darah ikan diperlukan untuk menentukan status kesehatan dan membantu diagnosis penyakit pada ikan. Adanya gangguan kesehatan maupun perubahan status fisiologi hewan sering dapat diketahui melalui perubahan yang terjadi pada komponen darahnya (Salasia *et al.*, 2001). Leukosit merupakan jenis sel yang aktif di dalam sistem pertahanan tubuh. Penurunan jumlah leukosit disebabkan karena adanya gangguan pada fungsi

organ ginjal dan limpa dalam memproduksi leukosit yang disebabkan oleh infeksi penyakit (Widagdo. P, 2010). Keadaan fisiologis darah ikan sangat bervariasi tergantung pada status hidup, kebiasaan hidup dan kondisi lingkungan (Yustina, 2005)

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

Masuknya Lumpur Lapindo Brantas ke sungai Aloo desa penatarsewu yang sebelumnya telah mengalami pencemaran oleh limbah domestik, diperkirakan akan menambah beban polutan pada perairan tersebut, sehingga dapat menimbulkan permasalahan yang serius yaitu terjadinya pencemaran perairan yang kemudian diduga akan diikuti dengan perubahan komponen imunitas pada ikan yang ada pada aliran sungai tersebut.

Bertitik tolak dari pemikiran tersebut yaitu masuknya lumpur lapindo kedalam sungai Berantas yang kemudian mengalir ke anak – anak sungai seperti sungai Aloo maka dipandang perlu untuk melakukan penelitian tentang gambaran perbedaan imunologi ikan mujair yang terkena dampak lumpur lapindo dan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo. Sampai sejauh ini penelitian yang

berkaitan dengan sistem imun yang terkait pencemaran telah dilaporkan yaitu Prayitno, (2007); Alamanda (2007) dan Mudjiutami (2005).

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa pengaruh cemaran lumpur lapindo di Sungai Aloo terhadap indikator biologi (ikan Mujair) yang dilihat dari komposisi imunologi.
2. Bagaimana perbedaan kondisi imunologi dari ikan Mujair yang diambil di sungai Aloo dan pada perairan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo yaitu Bendungan Karangates.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui gambaran imunitas ikan Mujair di Sungai Aloo yang telah dialiri lumpur lapindo
2. Agar dapat mengetahui perbedaan kondisi imunitas ikan mujair di Sungai aloo dan Imunitas ikan mujair di Bendungan Karangates.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan berguna bagi:

- a. Bagi Mahasiswa, diharapkan dapat menambah pengetahuan, keterampilan, pengalaman kerja di lapangan dan membandingkan teori yang didapatkan di bangku kuliah dengan kenyataan yang ada di lapangan, serta menumbuhkan perhatian khusus terhadap bahaya pencemaran lumpur Lapindo terhadap kelestarian sumberdaya perikanan

- b. Bagi peneliti atau lembaga ilmiah, sebagai sumber informasi keilmuan dan dasar untuk penulisan ataupun penelitian lebih lanjut tentang imunologi ikan yang terkena dampak lumpur lapindo
- c. Bagi pihak yang berkepentingan, sebagai informasi dan bahan pertimbangan perumusan kebijakan dalam rangka pelestarian sumberdaya perikanan.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Agustus 2010- Maret 2011. Adapun jadwal pelaksanaan dari penelitian Skripsi ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jadwal Penelitian Skripsi

No	Uraian Kegiatan	Tahun 2010				Tahun 2011		
		Agst	Sept	Okt	Nov-Des	Jan	Feb	Mar-April
1	Survei Lapang	■						
2	Penyusunan Proposal		■					
3	Perijinan Pihak Terkait		■					
4	Pengambilan Data			■				
5	Analisis Data				■			
6	Penyusunan Laporan					■		
7	Seminar Hasil dan Ujian Skripsi							■

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Menurut Sutanmuda (2008), sistematika ikan mujair adalah sebagai berikut:

Kelas : Pisces

Sub kelas : Teleostei

Ordo : Percomorphi

Sub-ordo : Percoidea

Famili : Cichlidae

Genus : *Oreochromis*

Species : *Oreochromis mossambicus*



Gambar 1. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Nama ilmiah ikan mujair adalah *Oreochromis mossambicus*, dan dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *Mozambique tilapia*, atau kadang-kadang secara tidak tepat disebut "*Java tilapia*" (Wikipedia.org, 2010)^a.

Mujair adalah sejenis ikan konsumsi air tawar. Penyebaran alami ikan ini adalah perairan Afrika dan di Indonesia pertama kali ditemukan oleh Pak Mujair di muara Sungai Serang pantai selatan Blitar, Jawa Timur pada tahun 1939. Meski masih menjadi misteri, bagaimana ikan itu bisa sampai ke muara terpencil

di selatan Blitar, tak urung ikan tersebut dinamai 'mujair' untuk mengenang sang penemu.

Ikan berukuran sedang, panjang total maksimum yang dapat dicapai ikan mujair adalah sekitar 40 cm. Bentuk badannya pipih dengan warna hitam, keabuan, kecoklatan atau kuning. Sirip punggungnya (*dorsal*) memiliki 15-17 duri (tajam) dan 10-13 jari-jari (duri berujung lunak); dan sirip dubur (*anal*) dengan 3 duri dan 9-12 jari-jari (Wikipedia.org, 2010)^a.

Sedangkan menurut Cholik *et al* (2005), ciri-ciri utama dari ikan mujair adalah:

1. memiliki lubang hidung panjang pada kedua sisi kepalanya
2. gurat sisinya terbagi dua, bagian depan melengkung sejajar dengan pangkal sirip punggung, sedangkan bagian belakangnya lurus pada bagian belakang badan
3. warna badan abu-abu atau kuning; terdapat 2-5 bercak gelap disamping badan dan beberapa bercak lebih dekat ke punggung
4. pada saat berbiak mujair jantan berwarna gelap dengan pinggiran sirip ekor dan sirip punggung berwarna merah
5. bagian bawah kepala berwarna putih.

Ikan mujair mempunyai toleransi yang besar terhadap kadar garam (salinitas), sehingga dapat hidup di air payau. Jenis ikan ini memiliki kecepatan pertumbuhan yang relatif cepat, tetapi setelah dewasa kecepatannya ini akan menurun. Ikan ini mulai berbiak pada umur sekitar 3 bulan, dan setelah itu dapat berbiak setiap 1½ bulan sekali. Setiap kalinya, puluhan butir telur yang telah dibuahi akan 'dierami' dalam mulut induk betina, yang memerlukan waktu sekitar seminggu hingga menetas. Hingga beberapa hari setelahnya pun mulut ini tetap

menjadi tempat perlindungan anak-anak ikan yang masih kecil, sampai anak-anak ini disapih induknya, dengan demikian dalam waktu beberapa bulan saja, populasi ikan ini dapat meningkat sangat pesat. Apalagi mujair cukup mudah beradaptasi dengan aneka lingkungan perairan dan kondisi ketersediaan makanan (Wikipedia.org, 2010)^a.

Ikan mujair termasuk ikan pemakan segala atau herbivore, makanan utamanya adalah lumut, tumbuhan air, serangga dan cacing (Pemancing.com, 2009). Menurut Cholik *et al* (2005), ikan mujair bersifat euryhaline karena mampu hidup dalam kisaran kadar garam yang besar, antara 0-50 ppt. toleransinya terhadap suhu juga cukup besar, bagi ikan ini suhu optimum berkisar antara 25-30°C.

Ikan mujair biasa didapati di danau, rawa, sungai, dan saluran-saluran air hingga ke sawah-sawah. Ikan ini termasuk pemakan segala. Menurut hasil laporan media Solusi (2008), mencari ikan menjadi keseharian di kawasan sekitar semburan lumpur lapindo Sidoarjo. Ada beberapa ikan yang bisa didapat oleh para pemancing di sana diantaranya adalah ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). Berikut kisaran nilai hematologi ikan sehat dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kisaran Nilai Hematologi Ikan Sehat

No.	Parameter	Nilai	Referensi
1.	Total Leukosit	20.000-150.000 sel/ml	Lagler, (1977)
2.	Diferensial Leukosit		
	- Limfosit	60 – 80%	Anderson (1974)
	- Neutrofil	6 - 8%	Anderson (1974)
	- Monosit	2 – 27%	Stoskopf (1993)
	- Basofil	> 1 %	Stoskopf (1993)
	- Eosinofil	2 – 3 %	Stoskopf (1993)
3.	Total Eritrosit	1.430.000 sel/mm ³	Houston and DeWilde (1968) dalam Moyle and Joseph (2004)
4.	Hemoglobin	12 – 14 Hb/100 ml	Bastiawan <i>et. al.</i> (2001)

2.2 Sungai Aloo dan Lumpur PT. Lapindo Brantas

Sungai Aloo terletak di Desa Penatarsewu, Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, merupakan pertemuan antara sungai Kalitengah dan sungai Kalidawir. Penatarsewu adalah sebuah desa di Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia. Masukkan lumpur lapindo Sungai Desa Penatarsewu tersebut adalah berasal dari buangan di parit di sekitar tanggul lumpur dari sungai Desa Kalitengah. Sungai Desa Kalitengah airnya mengalir ke Desa Penatarsewu yang kemudian air tersebut digunakan sebagai sumber air untuk tambak di wilayah Desa Penatarsewu.



Gambar 2. Badan sungai Aloo

Saat ini, kawasan Desa Penatar Sewu, Kecamatan Tanggulangin, Sidoarjo sudah terancam luapan lumpur itu, padahal desa itu banyak memiliki tambak bandeng dan udang. Perlahan tapi pasti luapan lumpur itu sudah masuk sungai sekitar Desa Penatar, sehingga ikan-ikan di sungai itu banyak yang mati (Hanyawanita.com, 2010).

Semburan lumpur Lapindo Brantas terjadi pada akhir Mei 2006 dilokasi sumur banjar panji I (BPJ I) porong sidoarjo. perkiraan jumlah lumpur yang keluar dari perut bumi antara 50.000 m³ - 120.000 m³ per hari. jika didiamkan secara alami, air yang terpasah dari lumpur berkisar 70% atau sekitar 35.000 – 84.000

m³ per hari. dari uji toksikologis diketahui bahwa lumpur Lapindo Brantas mengandung bahan organik seperti chlofon, benzene dan lain-lain serta bahan anorganik seperti arsen, barium, kadmium, timbal, dan lain-lain, yang masih berada dibawah baku mutu berdasarkan peraaaturan pemerintah No. 18 tahun 1999. sedangkan hasil pengukuran kualitas air dalam kolam penampungan lumpur tercatat bahwa kadar TSS, TDS, Fenol, BOD, COD dan Cl⁻ melebihi baku mutu berdasarkan SK Gubernur Nomor 45 Tahun 2002 (BP-MIGAS LAPINDO BRANTAS Inc. dan LPPM UNAIR, 2006).

Dalam penelitian, ditemukan banyak ikan mati. Di samping karena kadar garam yang tinggi, kematian ikan juga disebabkan oleh empat faktor. Pertama, karena partikel lumpur yang sangat halus menyumbat insang ikan sehingga menyebabkan ikan mati lemas, kedua lumpur halus yang menutupi dasar sungai menghilangkan tempat ikan bertelur sehingga menghambat perkembangbiakan populasi ikan; ketiga, lumpur menjadikan air keruh dan menurunkan kandungan oksigen sehingga membunuh benih ikan yang rentan terhadap penurunan kualitas air; keempat, lumpur bersuhu tinggi meningkatkan aktivitas metabolisme sehingga membahayakan kehidupan biota perairan (www.vitanouva.net, 2007). Penelitian yang pernah dilakukan diwilayah semburan lumpur lapindo tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Penelitian yang pernah dilakukan diwilayah semburan lumpur lapindo

Nama peneliti, Tahun	Tema Penelitian	Hasil
Yulianto. R, 2009	Tinjauan kegiatan perikanan akibat dampak lumpur lapindo	Mengetahui alternatif pengembangan kegiatan perikanan di kabupaten sidoarjo pasca semburan lumpur lapindo
Prayitno, 2007	Makrozoobentos	Status perairan mengalami pencemaran
Rasidi, dkk, 2008	Kajian kandungan fenol pada pertambakan di Sidoarjo	Kadar senyawa fenol tertinggi terdistribusi pada tambak yang tercemar lumpur lapindo

2.3 Pengetian Imunologi

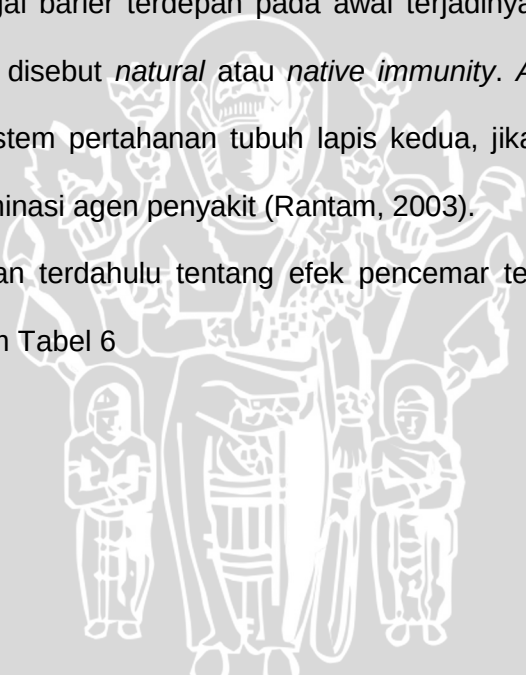
Imunologi adalah suatu cabang yang luas dari ilmu biomedis yang mencakup kajian mengenai semua aspek sistem imun (kekebalan) pada semua organisme. Imunologi antara lain mempelajari peranan fisiologis sistem imun baik dalam keadaan sehat maupun sakit (Wikipedia.org, 2010)^b

Imunologi adalah ilmu yang mempelajari tentang imunitas atau kekebalan akibat adanya rangsangan molekul asing dari luar maupun dari dalam tubuh hewan atau manusia, baik yang bersifat infeksius maupun non infeksius. Pernyataan ini berkembang dengan pesat semenjak adanya pembuktian dari Edward Jenner. Selanjutnya berbagai pendekatan yang dilakukan oleh para

peneliti membuat model pencegahan melalui pendekatan system imun baik seluler maupun humoral.

Manusia dan hewan mempunyai sistem pelacakan dan penjagaan terhadap benda asing yang dikenal sebagai system imun, dimana dapat melindungi tubuh terhadap penyebab penyakit pathogen seperti virus, bakteri, parasit, jamur. system imun terbagi menjadi 2 yaitu imun non spesifik (*innate immunity*) dan system imun spesifik (*adaptive immunity*). *Innate immunity* adalah pertahanan tubuh yang mempunyai sifat tidak spesifik dan merupakan bagian system imun yang berfungsi sebagai barier terdepan pada awal terjadinya infeksi penyakit, oleh karena itu sering disebut *natural* atau *native immunity*. *Adaptive immunity* adalah merupakan system pertahanan tubuh lapis kedua, jika *innate immunity* tidak mampu mengeliminasi agen penyakit (Rantam, 2003).

Hasil-hasil penelitian terdahulu tentang efek pencemar terhadap imunologi ikan dapat dilihat dalam Tabel 6





Tabel 6. Hasil-hasil penelitian tentang efek lingkungan terhadap imunologi ikan

No.	Spesies	Parameter	Nilai	Penyebab		Pustaka
				Eksperimen Laboratorium	Lingkungan	
1.	Ikan lele	Jumlah leukosit	Hari 0 : 28250 sel/ml Hari 5 : 32708 sel/ml Hari 10 : 29525 sel/ml Hari 15 : 28916,67 sel/ml Hari 20 : 31266,67 sel/ml	Paparan pestisida 0,005 ppm	-	Astuti, (2003)
2.	Ikan lele dumbo	Leukosit	650000 - 750000 sel/mm ³	-	Dikolam budidaya	Alamanda <i>et al.</i> , (2006)
3.	Ikan Mas	Indeks Neutrofil	Ikan sehat : $8,11 \pm 1,24$	Ikan sehat dan ikan yang terserang <i>erythrodermatitis</i>	-	Stosik <i>et al.</i> , (2001)
4	<i>Cirrhinus mrigala</i>	Total leukosit	Ikan kontrol : $2,33 \pm 0,52$	Bismarck brown treatment	-	Afag dan Rana, (2009)

5	<i>Cyprinus carpio</i>	-Sel darah putih -Neutrofil -Monosit -Limposit	-kontrol: 6280 ± 2.580 -konsentrasi subletal: 4699 ± 4.115 -kontrol: 268 ± 1.870 -konsentrasi subletal: $239,6 \pm 1.527$ - kontrol: 648 ± 3.15 -konsentrasi subletal: 526 ± 2.950 -kontrol: $4950 \pm 1,765$ -konsentrasi subletal: $3456 \pm 1,895$	Limbah pabrik kertas	-	Widjanarko,(2008)
---	------------------------	---	--	----------------------	---	-------------------

Pada Tabel 6 terlihat bahwa rata – rata jumlah leukosit mengalami penurunan. Menurut Widagdo (2010), penurunan jumlah leukosit disebabkan karena adanya gangguan pada fungsi organ ginjal dan limpa dalam memproduksi leukosit yang disebabkan oleh infeksi penyakit. Berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu tentang efek pencemar terhadap sistem imun, dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah makrofag dan aktivitas fagositosis setelah infeksi mengalami penurunan. Menurut Jordanova *et al* (2001), makrofag adalah sel yang handal dalam sistem *reticuloendothelial*, terdapat pada ikan terutama di limpa dan ginjal, dan terdapat lebih sedikit di hati. Dia adalah sel kunci untuk menghadapi material asing dan sisa-sisa dari sel mati.

2.4 Leukosit

Ikan mempunyai sel leukosit yang cukup banyak antara 137.000/mm³-798.000/mm³. Menurut Bijanti (2005), leukosit ikan dibagi menjadi 2 bagian besar yaitu Granulosit dan Agranulosit. Proses pembentukan leukosit pada mamalia terbatas pada sumsum tulang, limpa, dan limfnode, sedangkan pada ikan selain pada tempat-tempat tersebut juga pada ginjal dan tymus turut berperan dalam proses pembentukan leukosit. Leukosit merupakan sel darah yang dikhususkan untuk mempertahankan diri dari benda dan sel asing.

Menurut Maddy (2010), leukosit merupakan nama lain untuk sel darah putih. Leukosit berfungsi mempertahankan tubuh dari serangan penyakit dengan cara memakan (fagositosis) penyakit tersebut. Itulah sebabnya leukosit disebut juga fagosit. Leukosit mempunyai bentuk yang berbeda dengan eritrosit. Bentuknya bervariasi dan mempunyai inti sel bulat ataupun cekung. Gerakannya seperti Amoeba dan dapat menembus dinding kapiler.

Ikan mempunyai leukosit berkisar antara 137.000 sel/mm^3 - 798.00 sel/mm^3 (Bijanti, 2005). Leukosit memiliki jumlah yang lebih sedikit dibandingkan jumlah sel darah merah yaitu berkisar antara 20.000mm^3 - 150.000mm^3 (Vonti, 2008)

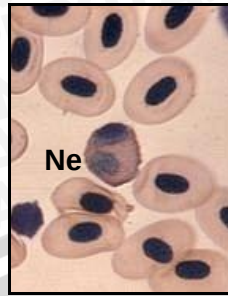
2.4.1 Granulosit

Pada ikan granulosit terbentuk dari sel embrionik yang dikenal dengan nama *granuloblast* yang terdapat di ginjal. Granulosit terbagi atas 3 tipe yaitu: *Neutrofil*, *Eosinofil* dan *Basofil*. Pada ikan gambaran granulosit yang paling sering ditemukan adalah neutrofil dan eosinofil, sementara basofil jarang ditemukan.

Fungsi utama granulosit adalah respon perlindungan tubuh yang non spesifik melalui proses fagositosis maupun respon sitotoksik. Granulosit bersifat responsive terhadap benda asing yang masuk ke dalam tubuh, tetapi tidak memiliki kemampuan untuk mengenak antigen yang spesifik. sel darah putih / granulosit yang berfungsi sebagai fagositosis adalah eosinofil dan netrofil.

a. Neutrofil

Granula sitoplasma neutrofil dapat bereaksi dengan zat warna asam maupun basa. dengan pulasan *Wright*, granula neutrofil menunjukkan warna netral atau biru. Pada sel yang matang, kromatin ini memadat, membentuk gumpalan atau lobus yang dihubungkan dengan satu dan lainnya oleh serabut-serabut halus. sel-sel ini disebut polimorfonuklear karena bentuk intinya bermacam-macam. Neutrofil yang lebih muda mempunyai inti yang lebih besar dan berbentuk seperti batang yang melengkung, karena itu disebut sel batang (Kresno, 1988).



Gambar 3. Penampang sel neutrofil ikan (visualsunlimited.com, 2010)

Plasmanya bersifat netral, inti selnya seringkali berjumlah banyak dengan bentuk bermacam-macam, bersifat fagositosis terhadap eritrosit, kuman dan jaringan mati (Maddy K, 2010).

b. Eosinofil

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

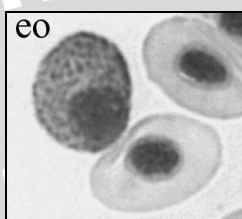


Gambar 4. Penampang sel Eosinofil ikan (visualsunlimited.com, 2010)

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

c. Basofil

Basofil memiliki cirri-ciri warnanya kehitaman karena dapat menyerap basa dengan baik, granulanya besar dan menutupi inti, serta warnanya lebih terang dari pada granula yang jenis lain. Basofil jarang sekali didapatkan. Cenderung tidak tampak dengan pengecatan giemsa / May Gruwald (Bijanti, 2005). Persentase basofil didalam darah ikan berkisar antara 0,17-0,194% dan berukuran 8-12 μ (Affandi dan Tang, 2002).



Gambar 5. Penampang sel Basofil ikan (Vazquez dan Guerrero, 2007)

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

2.4.2 Agranulosit

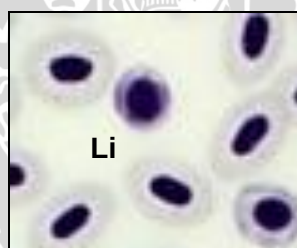
Kelompok leukosit agranulosit terdiri dari limfosit dan monosit. Pada ikan, limfosit didapatkan dalam jumlah yang paling banyak diantara jenis leukosit yang lainnya.

a. Limfosit

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

Penurunan jumlah limfosit dapat menurunkan konsentrasi antibody dan menyebabkan penurunan pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit. Jumlah limfosit pada ikan dipengaruhi oleh temperature dan hormonal. pada proses pematangan seksual dimana terjadi peningkatan kortisol didalam plasma darah yang berkaitan dengan penurunan jumlah limfosit didalam darah. Demikian pula pada temperature rendah (5°C) dapat menyebabkan gangguan prolifersi limfosit sehingga dapat menurunkan jumlah limfosit dalam darah.

Bentuk bulat. Inti sel besar berbentuk bulat. Dengan pengecatan giemsa inti akan berwarna merah tua atau violet, sementara sitoplasma hanya berupa cincin berwarna biru tua atau tidak terlihat (Bijanti, 2005).



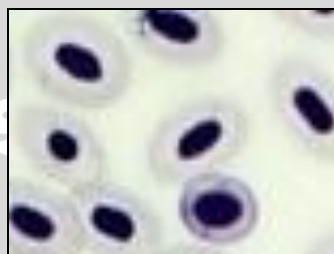
Gambar 6. Penampang sel Limfosit ikan (visualsunlimited.com, 2010)

Jumlah limfosit pada beberapa jenis ikan yaitu sebanyak 85% dari total leukosit, pada juvenile rainbow trout (*Ancorhynchus mykiss*), jumlah limfositnya antara 89 -98% dari total leukosit (Anonim, 2005). Rata-rata jumlah limfosit ikan koi (*Cyprinus carpio koi*) yang sehat adalah 1,38% dan rata –rata jumlah limfosit ikan yang sakit adalah 4,30% (Widajatiningrum, 2007).

b Monosit

Monosit bersifat fagositosis yang lebih kuat dibandingkan dengan netrofil dan dapat memfagosit partikel yang lebih besar, oleh sebab itu monosit yang matang disebut dengan makrofag. Makrofag dihasilkan oleh organ thymus, ginjal, hati dan limfa.

Sel berukuran besar, bentuk tidak teratur. dengan pengecatan giemsa inti sel akan berwarna biru tua atau ungu dengan sitoplasma berwarna biru keputihan (Bijanti, 2005). Rata-rata jumlah eosinofil ikan koi (*Cyprinus carpio koi*) yang sehat adalah 7,86% dan rata –rata jumlah eosinofil ikan yang sakit adalah 39,10% (Widajatiningrum, 2007).



Gambar 7. Penampang sel Monosit ikan (visualsunlimited.com, 2010)

2.5 Daya Fagositosis Makrofag Pada Jaringan

Makrofag merupakan sel fagosit yang ditemui hampir pada setiap organ diseluruh tubuh, terutama pada jaringan ikat longgar. Makrofag termasuk mononuklear fagosit system, makrofag merupakan suatu sistem yang dulu disebut dengan Retikulo Endotelial Sistem (RES), ini merupakan istilah untuk sel-sel yang sangat fagositik yang tersebar luas diseluruh tubuh terutama pada daerah yang kaya akan pembuluh darah (Effendi, 2003).

2.5.1 Perkembangan Makrofag

Makrofag terutama berasal dari sel precursor dari sumsum tulang, dari promonosit yang akan membelah menghasilkan monosit yang beredar dalam darah. Pada tahap kedua monosit bermigrasi kedalam jaringan ikat tempat mereka menjadi matang dan inilah yang disebut makrofag. Didalam jaringan makrofag dapat berproliferasi secara lokal menghasilkan sel sejenis lebih banyak. Pada penelitian yang terutama menggunakan sel berlabel radioaktif

mendapatkan bahwa kebanyakan atau bahkan mungkin semua sel fagositik ini berasal dari promonosit sel mononuklear yang berasal dari sumsum tulang. Jadi nama yang paling cocok untuk sistem ini adalah sistem fagosit. (Effendi, 2003).

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

Sel-sel sistem makrofag terdapat pada :

1. Jaringan ikat longgar berupa makrofag atau histiosit
2. Didalam darah berupa monosit
3. Didalam hati melapisi sinusoid dikenal sebagai sel kupffer
4. Makrofag perivaskuler sinusoid limpa, limfonodus, dan sumsum tulang
5. pada susunan syaraf pusat berupa mikroglia yang berasal dari mesoderm.

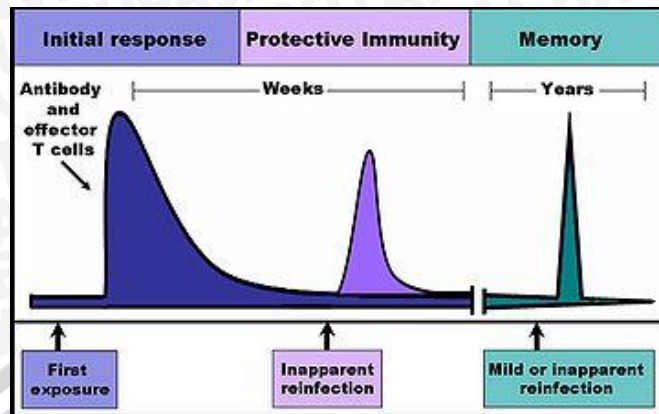
2.5.2 Fagositosis

Fagositosis merupakan suatu istilah yang berarti sel makan dapat dipersamakan dengan pimositosis yang berarti sel minum. Fagositosis merupakan suatu proses atau cara untuk memakan bakteri atau benda asing yang dilakukan dimana setelah benda asing atau bakteri melekat pada

permukaan makrofag maka makrofag membentuk sitoplasma dan melekatkan ke dalam membungkus bakteri atau benda tersebut. Tonjolan sitoplasma yang saling bertemu itu akan melebur menjadi satu sehingga benda asing atau bakteri akan tertangkap di dalam sebuah vakuola fagositik intra sel. Lisosom yang merupakan suatu sistem pencernaan intra sel dengan kemampuan memecah materi yang berasal dari luar maupun dari dalam. Jadi lisosom akan menyatu dengan vakuola dengan demikian akan memusnahkan bakteri atau benda asing tersebut (Effendi, 2003). Fagositosis merupakan bagian penting dalam sistem imun non spesifik untuk mengeliminasi benda asing yang membahayakan hospes, termasuk mikroorganisme penyebab infeksi. Fagositosis menjadi efisien dengan adanya antibodi (*opsonin*) yang membungkus permukaan kuman dan mempermudah pencernaan oleh sel fagosit (Jawetz *et al.*, 1982).

2.6 Respon Pembentukan Sistem Imun pada Ikan Terhadap Pencemaran

Parameter darah telah digunakan sebagai indikator yang sensitif dari stres pada ikan terkena polusi air, seperti biocides, pestisida, limbah industri dan lain sebagainya (Singh *et al.*, 2008). Respon ikan terhadap stresor bergantung pada jenis stres yang dialami oleh ikan tersebut (Martin *et al.*, 2004). Dari hasil penelitian terlebih dahulu Menurut Astuti 2003, jumlah leukosit mengalami peningkatan pada hari ke 5 dan menurun pada hari ke 10 dan 15 yang kemudian meningkat kembali pada hari ke 20. Berikut fase-fase respon imun dalam memori antigen dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Fase Respon Imun (Wikipedia, 2011)

Limfosit dilaporkan bertanggung jawab untuk respon kekebalan sedangkan monosit adalah bagian sel akhir yang terdiferensiasi, jika di bawah kondisi yang tepat berkembang menjadi sel dewasa menjadi sistem fagosit mononuclear tetapi sel tersebut tidak mampu ke divisi yang lebih lanjut. Monosit dalam ikan telah diamati untuk mengambil material partikulat asing seperti karbon. Neutrofil dan monosit adalah sel darah putih penting untuk melindungi tubuh (Singh dan Tandon, 2009).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengetahui gambaran imunologi (komponen leukosit, aktifitas fagositosis dan makrofag) dari ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang terdapat di sungai Aloo Desa Penatarsewu yang telah tercemar oleh lumpur lapindo dan ikan mujair dalam kondisi normal.

3.2 Metode Penelitian

Jenis metode yang digunakan dalam penelitian Skripsi ini adalah metode penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode observasi. Menurut Nasution (1988) dalam Sugiyono (2005), dengan observasi, peneliti dapat melihat hal-hal yang kurang atau tidak diamati orang lain, khususnya orang yang berada dalam lingkungan itu, karena telah dianggap "biasa" dan karena itu tidak akan terungkap dalam wawancara.

3.3 Sumber Data

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

3.3.1 Data Primer

Pengambilan data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung pada materi penelitian. Pengamatan komponen leukosit ikan mujair di sungai Aloo Desa Penatarsewu dan ikan mujair yang sehat dilakukan sebanyak 1 kali dengan mengambil ikan sebanyak 5 ekor.

Untuk menunjang data tersebut diatas, indikator fisika dan kima air juga diamati, seperti seperti kadar DO (*Dissolved oxigen*), pH, suhu, kecerahan, TSS (*Total suspended solid*), COD, Phenol dan salinitas.

3.3.2 Data Sekunder

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

3.4 Metode Pemeriksaan Leukosit

3.4.1 Metode Pengambilan Sampel Darah (Bijanti, 2005)

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

Prosedur pelaksanaan :

1. Ikan dibius dengan menggunakan larutan anastesi
2. Disiapkan spuit lengkap dengan jarumnya, hisap larutan antikoagulan sampai memenuhi seluruh dinding syringe
3. Kemudian keluarkan larutan antikoagulan dari spuit, sisakan larutan heparin tersebut sebanyak ± 50 μ l da dalam spuit
4. Ditusukkan jarum / spuit dan jarumnya yang telah berisi larutan antikoagulan pada garis tengah tubuh di belakang sirip anal
5. Dimasukkan jarum ke dalam musculus sampai mencapai tulang belakang (columna spinalis)
6. Pastikan tidak ada gelembung air yang masuk ke dalam spuit, kemudian ditarik perlahan-lahan sampai darah masuk ke dalam spuit

3.4.2 Metode Perhitungan Jumlah Leukosit

Darah ikan yang telah dicampur dengan antikoagulan diambil dengan pipet leukosit sebanyak 0,5 μ l kemudian diencerkan dengan larutan turk dalam pipet leukosit sampai menunjukkan angka 11 μ l. Setelah itu darah yang telah tercampur dikocok hingga homogen dalam pipet tersebut, lalu buang 2 tetes

dimaksudkan agar larutan yang diambil benar-benar larutan yang telah homogen. Kemudian diambil sedikit (20 μ l) dan dimasukkan dalam kamar hitung Improved Neubauer dan ditutup dengan cover glass. Lalu hitung jumlah leukosit dengan menggunakan mikroskop cahaya.

➤ Menghitung Jumlah Sel Leukosit (Bijanti, 2005)

1. Pakailah lensa obyektif kecil dengan pembesaran 10 x. Turunkan lensa kondensor atau kecilkan diafragma. Mikroskop harus diletakkan di meja yang datar
2. Kamar hitung dengan bidang bergarisnya diletakkan dibawah obyektif dan fokus mikroskop diarahkan pada garis-garis bagi tersebut.
3. Hitunglah semua leukosit yang terletak pada keempat “bidang besar” (kotak warna hijau) (lampiran 1.).
4. Penghitungan dimulai dari sudut kiri atas, terus ke kanan, kemudian turun ke bawah dari kanan ke kiri (pada empat kotak berwarna hijau). Cara seperti ini dilakukan pada keempat “bidang besar”
5. Kadang-kadang ada sel-sel yang letaknya menyinggung garis batas bidang. Sel yang menyinggung garis batas sebelah kiri atau garis atas haruslah dihitung, sebaliknya sel-sel yang menyinggung garis batas sebelah kanan atau garis bawah tidak boleh dihitung.

Perhitungan jumlah leukosit menurut Svobodova (1991) :

$$SDP = (A/N) \times (1/V) \times Fp$$

Dimana :

SDP = Jumlah leukosit (sel/ml)

A = Jumlah sel leukosit terhitung

N = Jumlah kotak haemocytometer yang diamati

V = Volume kotak haemocytometer yang diamati

Fp = Faktor pengenceran

3.4.3 Metode Pemeriksaan Jumlah Diferensial Leukosit

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

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

1. Buatlah hapusan darah yang tipis
2. Keringkan hapusan darah, kemudian fiksasi hapusan darah dengan menggunakan methanol 95% selama 1-2 menit
3. Lakukan pengecatan pada hapusan darah yang telah difiksasi dengan pengecatan *Giemsa* atau *May Grunwald*
4. Tunggu selama ± 5 menit. Kemudian bilas slide dengan menggunakan air mengalir dan keringkan
5. Periksa hapusan darah dibawah mikroskop. Dengan pengecatan *giemsa* akan tampak gambaran jenis leukosit.

Kemudian jumlah diferensial dihitung dengan menggunakan rumus menurut Stoskopf (1993) :

$$\Sigma \text{diferensial leukosit (\%)} = \frac{\text{komponen sel}}{100} \times 100\%$$

3.5 Uji Aktivitas Fagositosis

a. Perhitungan Jumlah Makrofag (Irianto dan Austin, 2002)

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

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

Dimana : fp = faktor pengenceran

b. Penghitungan aktifitas fagositosis

Menurut Irianto dan Austin (2002), uji fagositosis makrofag adalah dengan cara :

Sisa suspensi sel ditetaskan pada objek glass dan diratakan, diinkubasi selama 60 menit pada suhu kamar (26°C). Objek glass kemudian dicuci dengan RPMI 1640+ untuk menghilangkan sel yang tidak melekat, selanjutnya ditambahkan suspense yeast 1,0 ml suspense yeast 10^9 sel/ml. Diinkubasi pada suhu 26°C selama 45 menit. Kemudian objek glass dicuci 3 kali dengan RPMI 1640+, difiksasi dengan methanol 96% (v/v) dengan

dibiarkan selama 3-5 menit pada temperatur ruang, dikeringkan dan ditetesi dengan larutan giemsa, dibiarkan selama 20-30 menit selanjutnya dicuci dengan air mengalir. Objek glass diperiksa dengan pembesaran mikroskop 400x dan dihitung untuk determinasi perbandingan sel yang menelan yeast.

Aktivitas fagositosis dirumuskan sebagai berikut:

$$PA = (\text{jumlah makrofag yang memfagosit yeast} / 100 \text{ makrofag}) \times 100\%$$

3.6 Parameter Pendukung

A. Pengukuran Suhu

Dalam Bloom (1988), suhu merupakan salah satu parameter perairan yang sering diukur. Suhu air mempengaruhi sifat fisika, kimia perairan maupun fisiologi ikan. Setiap organisme mempunyai suhu minimum, optimum dan maximum untuk kehidupannya.

Prosedur penggunaan Thermometer adalah sebagai berikut:

1. Mencelupkan ujung thermometer kedalam contoh air yang sedang diperiksa, biarkan beberapa saat sampai Hg thermometer tidak mengalami perubahan
2. Membaca suhu yang ditunjukkan oleh merkuri dalam thermometer dan mencatat hasilnya (pembacaan thermometer masih berada dalam air).

B. Pengukuran Salinitas

Pengukuran kadar garam atau salinitas menggunakan alat refraktometer tipe Atago Hand Refraktometer S/mill E. Sebelum digunakan, terlebih dahulu kaca refraktometer dikalibrasi dengan aquades dan dikeringkan dengan tissue hingga refraktometer menunjukkan angka nol (0). Setelah itu air sampel uji

diteteskan pada kaca refraktometer kemudian diarahkan pada sumber cahaya dan diamati angka yang ditunjukkan oleh batas biru sebelah kanan refraktometer dan dicatat hasilnya.

C. Pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran kadar oksigen terlarut yaitu dengan menggunakan DO meter tipe YSI model 58. Pertama-pertama DO meter dinyalakan terlebih dahulu dengan memutar tombol on/off dan ditunggu hingga menunjukkan tulisan zero. Setelah DO meter menunjukkan angka 0,00 (zero), sensor pada DO meter dimasukkan ke dalam sampel uji. Tombol pada DO meter diputar sehingga menunjukkan tanda pengukuran dengan satuan mg/L. Setelah muncul angka yang tertera pada DO meter, lalu dicatat angka tersebut yang menunjukkan banyaknya oksigen (mg) yang larut per liter air.

D. Derajat Keasaman (pH)

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

E. Kecerahan

Alat yang digunakan adalah secchi disc. Secara pelan-pelan secchi disc dimasukkan/diturunkan ke dalam air hingga batas kelihatan atau batas tidak tampak pertama kali dan dicatat kedalamannya (d_1). Kemudian secchi disc

pelan-pelan ditarik lagi sampai nampak pertama kali dan dicatat kedalamannya (d_2). Data yang diperoleh dimasukkan rumus :

$$\text{Kecerahan} = \frac{\text{Kedalaman 1 } (d_1) + \text{Kedalaman 2 } (d_2)}{2}$$

F. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS menunjukkan besarnya padatan tersuspensi di dalam air atau limbah. Metode yang digunakan adalah metode Gravimetri. Adapun prosedur pengukuran TSS menurut SNI (2004), adalah sebagai berikut:

- Persiapan kertas saring atau cawan *Gooch*
 - a. Kertas saring diletakkan pada peralatan filtrasi. Dipasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. Penyedotan dilanjutkan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
 - b. Kertas saring dipindahkan dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika menggunakan cawan *Gooch* dapat langsung dikeringkan.
 - c. Dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator lalu ditimbang.
 - d. Diulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg
- Penyaringan sampel uji
 - Sampel disaring dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.

- Sampel uji diaduk dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- Lalu ambil sampel uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
- Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Sampel uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- Kertas saring dipindahkan secara hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan *Gooch* pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- Dikeringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, didinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan ditimbang.
- Diulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan dilakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.
- Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus :

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

A: Berat kertas saring berisi residu tersuspensi (mg)

B: Berat kertas saring kosong (mg)

G. Phenol

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

H. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

- a. Air sampel diambil sebanyak 10 ml.
- b. Masukkan air sampel tersebut ke dalam cuvet sebanyak 3 ml.
- c. Menambahkan 0,006 g HgSO_4
- d. Menambahkan 1,5 ml larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Kalium Bikromat) 0,1 M.
- e. Menambahkan larutan $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{AgSO}_4$ (Perak Sulfat) sebanyak 4,5 ml.
- f. Menutup cuvet rapat-rapat agar saat dipanaskan cairan yang ada dalamnya tidak keluar.
- g. Memanaskan sampel tersebut di dalam reaktor COD selama 2 jam pada suhu 148°C .
- h. Setelah itu mendinginkan sampel dan kemudian menuangkannya dalam Erlenmeyer 250 ml.
- i. Menambahkan 1 tetes $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ sebagai indikator.
- j. Mentitrasi sampel dengan larutan $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$

- k. Cara membuat larutan blanko seperti point 5-12, point 5 diganti dengan aquadest dan catat volume titrasi larutan blanko (VO).
- l. Cara membuat larutan standard seperti point 5,6,7,10,11,12 tanpa dipanasi, point 5 diganti aquadest dan catat volume titrasi larutan standard (Vt).
- m. Perhitungan :

$$\text{COD} = \frac{50.000 \times (\text{VO}-\text{VI})}{V \times Vt} \text{ ppm}$$

Keterangan :

V = Volume sampel

3.7 Analisa Data

Dalam penelitian ini digunakan metode uji *t-dependent*. Uji *t-dependent* merupakan teknik statistik yang digunakan untuk menguji signifikansi dengan cara membandingkan t_0 (t hasil observasi atau t hasil penghitungan) dengan t tabel (harga titik tabel yang tercantum dalam tabel nilai t). t tabel dapat dilihat pada lampiran 7.

Nilai kritis : $t_{\alpha/2; n-1}$ (untuk uji 2 arah)

$t_{\alpha; n-1}$ (untuk uji 1 arah)

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

Harga uji statistik :

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

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

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}}$$

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

di mana:

$\bar{x}_1$ = rata-rata sampel 1

$\bar{x}_2$ = rata-rata sampel 2

s_1 = standar deviasi sampel 1

s_2 = standar deviasi sampel 2

n_1 = jumlah sampel 1

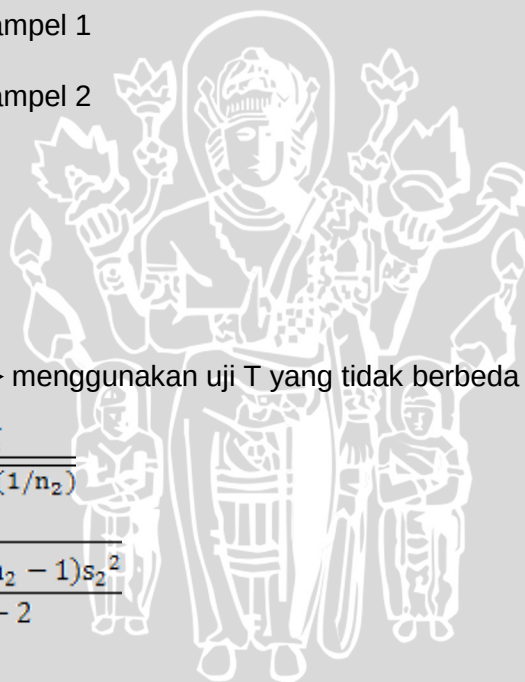
n_2 = jumlah sampel 2

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

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$d_f = n_1 + n_2 - 2$$



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Sungai Aloo terletak di Propinsi Jawa Timur, Kabupaten Sidoarjo, dan kurang lebih berjarak 8 km dari Pusat Pemerintahan Kota Sidoarjo. Sungai Aloo merupakan pertemuan antara Sungai Kali Tengah dan Sungai Kali Dawir di Kecamatan Tanggulangin Desa Penatarsewu yang memiliki panjang sekitar 20 km. Pada awalnya Sungai Aloo berfungsi sebagai sumber kegiatan ekonomi masyarakat daerah sekitar aliran sungai, antara lain sebagai mata pencaharian nelayan, irigasi untuk pertanian, usaha pertambakan dan keperluan sehari-hari bagi kebutuhan rumah tangga warga sekitar sungai. Tetapi setelah terjadinya bencana luapan lumpur oleh karena eksploitasi yang dilakukan oleh PT. Lapindo Brantas yang juga dinobatkan sebagai Bencana Nasional oleh Pemerintah Republik Indonesia pada bulan Juni 2006 silam, maka segala bentuk aktivitas yang ada disekitar aliran Sungai Aloo mengalami banyak penurunan yang signifikan diantaranya adalah penurunan jumlah tangkapan ikan yang diperoleh nelayan dan penurunan kualitas dan kuantitas jumlah produksi pertanian sekitar aliran sungai oleh karena pencemaran yang berlebihan. Berikut ini adalah gambar tempat pengambilan ikan yang terkena lumpur lapindo.



Gambar 9. Tempat pengambilan ikan yang terkena lapindo

4.2 Kondisi Eksternal Ikan

Ikan mujair yang diamati adalah ikan yang terkena lumpur lapindo dan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo, dengan jumlah masing – masing ikan adalah sebanyak 5 ekor. Ikan yang diambil untuk diamati memiliki ukuran yang hampir sama. Berikut ukuran *Total Length* (TL) ikan mujair yang diukur dari teranterior hingga terposterior dari ikan mujair dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Ukuran *Total Length* (TL) ikan mujair di Sungai Avor Aloo

Ikan yang terkena lapindo	TL (cm)
Ikan mujair 1	13
Ikan mujair 2	15
Ikan mujair 3	15
Ikan mujair 4	14
Ikan mujair 5	13,5
Rata-Rata	14.25
STDEV	0.957427

Tabel 8. Ukuran *Total Length* (TL) ikan mujair di Bendungan karangkates

Ikan yang tidak terkena lapindo	TL (cm)
---------------------------------	---------

Ikan mujair 1	13,5
Ikan mujair 2	15
Ikan mujair 3	13
Ikan mujair 4	14,5
Ikan mujair 5	14,5
Rata-Rata	14
STDEV	1.414214

Kondisi ikan mujair yang tidak terkena lapindo dan ikan mujair yang terkena lapindo terlihat memiliki perbedaan. Ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo terlihat memiliki sisik yang masih mulus, warna cerah, dan gerakan yang aktif.. Hal ini sesuai dengan (griefishery, 2010), Organon-visus (mata) jernih dan cerah, kulit sedikit berlendir, gerak refleks baik, gerakan, warna ikan cerah, bagian ventral (perut) tubuh mendatar, bagian cauda (ekor) horizontal atau terangkat keatas, pinna caudalis mengembang seperti kipas. Sedangkan ikan mujair yang terkena lumpur lapindo memiliki warna tubuh yang lebih pudar, lebih banyak lendir, sisik – sisik banyak yang tidak utuh, Padahal sisik merupakan bagian dari sistem imun *innate* atau alami dari pertahanan ikan itu sendiri. Menurut Irianto (2005), kulit merupakan penghalang fisik terhadap perubahan lingkungan serta serangan patogen dari luar tubuh. Menurut (Budiana, 2003), bila dipegang tubuh ikan sakit terasa licin karena produksi selaput lendir yang berlebihan. Ciri – ciri lain sisik rusak atau rontok, bahkan kulit yang mengelupas melempuh atau bengkak. Berikut ini merupakan gambar ikan yang terkena lumpur lapindo dan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo.



Gambar 10. Ikan terkena lapindo

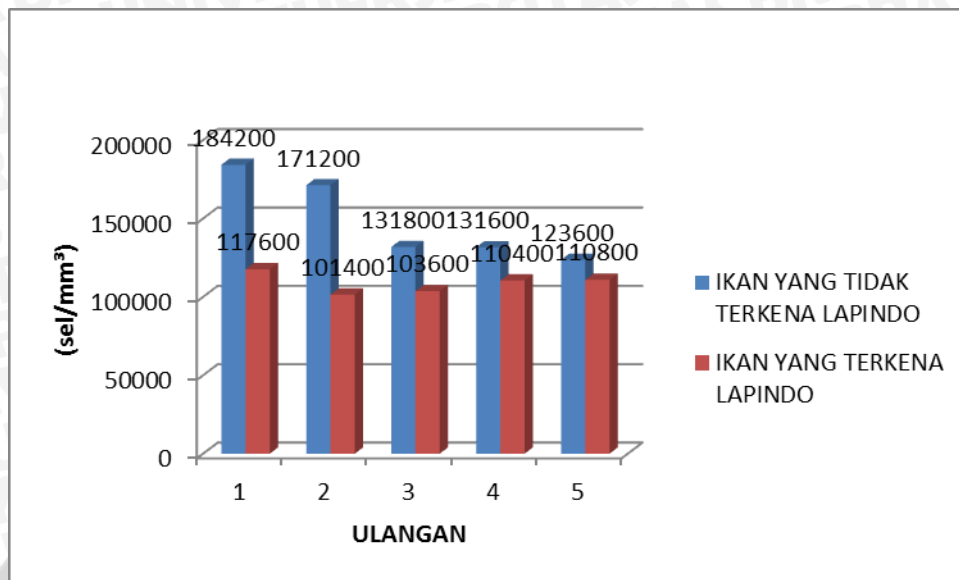


Gambar 11. Ikan tidak terkena lapindo

4.3 Kondisi Imunologi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

4.3.1 Total Leukosit

Hasil pengamatan total leukosit pada ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo pada ikan 1 = 184.200 sel/mm³, ikan 2 = 171.200 sel/mm³, ikan 3 = 131.800 sel/mm³, ikan 4 = 131.600 sel/mm³ dan ikan 5 = 123.600 sel/mm³. Ikan mujair yang terkena lumpur lapindo mempunyai total leukosit yang lebih rendah dari pada ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo yaitu sebagai berikut: ikan 1 = 117.600 sel/mm³, ikan 2 = 101.400 sel/mm³, ikan 3 = 103.600 sel/mm³, ikan 4 = 110.400 sel/mm³ dan ikan 5 = 110.800 sel/mm³. Data total leukosit dapat dilihat pada Gambar 12.

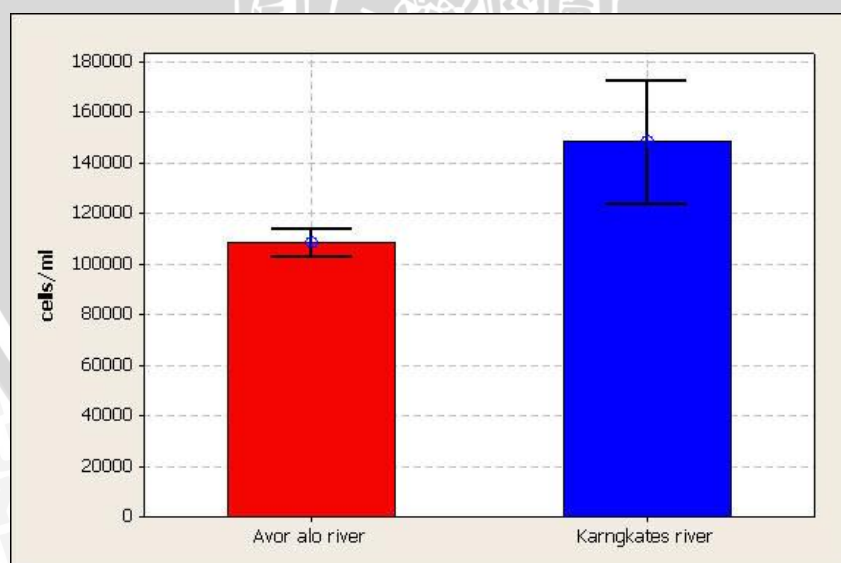


Gambar 12 Diagram total leukosit masing-masing ikan yang tidak terkena lumpur (Bendungan karangkates) lapindo dan ikan yang terkena dampak lumpur lapindo(Sungai Aloo)

Berdasarkan dari pengamatan jumlah total leukosit dari ikan mujair yang terkena lapindo dan yang tidak terkena lapindo didapatkan bahwa total leukosit ikan mujair yang terkena lumpur lapindo memiliki jumlah total leukosit yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ikan mujair yang tidak terkena lapindo. Hal ini menunjukkan bahwa ikan mujair yang terkena lapindo memproduksi sel darah putih lebih rendah dikarenakan adanya suatu gangguan atau proses pertahanan tubuh yang terjadi dalam sistem imun ikan itu sendiri. Menurut Wijarnako, dkk (2008), penurunan sel darah putih disebabkan oleh pelepasan *adrenocorticotropin (ACTH) pituitary* dan menyebabkan produksi *corticosteroid* oleh sel *interrenal*, *corticosteroid* utama dalam ikan adalah cortison yang dapat mempengaruhi mekanisme sirkulasi leukosit sehingga menyebabkan hambatan terhadap ekresi leukosit. Cortison juga menghambat produksi interleukin yang menyebabkan penurunan terhadap produksi B-lymposit untuk menghasilkan immunoglobulin atau anti bodi.

Hasil penelitian dari Astuti (2003), menunjukkan bahwa jumlah total leukosit pada ikan lele yang diberi oleh pestisida dan bakteri aeromonas menunjukkan peningkatan pada hari ke 0 yaitu sebesar 28250 sel/ml dan pada hari ke-5 sebesar 32708 sel/ml, dan menurun pada hari ke-10 dan 15 yaitu sebesar 29525 sel/ml dan 28916 sel/ml.

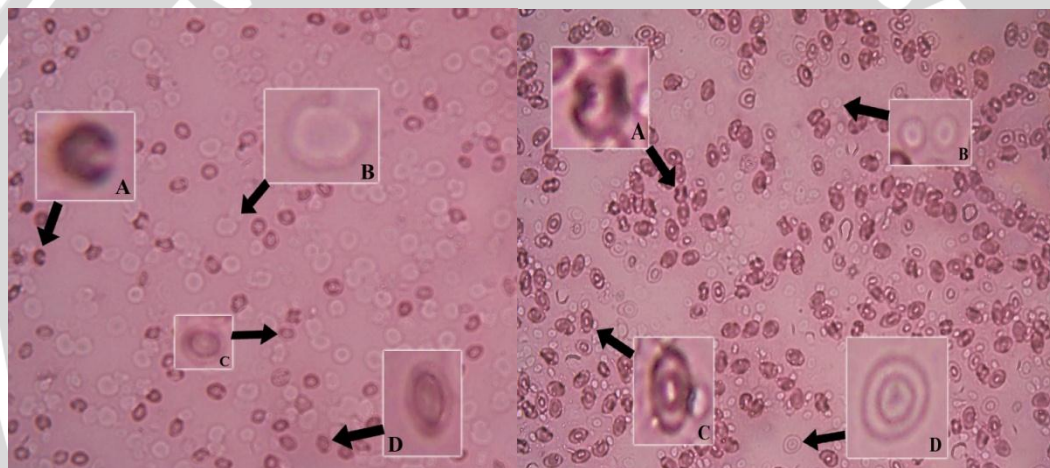
Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap jumlah leukosit dilakukan uji statistik t berpasangan (uji *t-dependent*) seperti yang disajikan pada lampiran 6. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah leukosit ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo dan yang terkena lumpur lapindo. *t* hitung lebih besar daripada *t* tabel 5% atau 3,167 lebih besar daripada 2,78 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Ini berarti ikan yang tidak terkena lapindo memberikan hasil yang berbeda sangat nyata dengan ikan yang terkena lapindo. Berikut adalah grafik jumlah leukosit ikan yang tidak terkena lapindo dan yang terkena lapindo.



Gambar 13 Jumlah total leukosit pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95%

4.3.2 Diferensial Leukosit

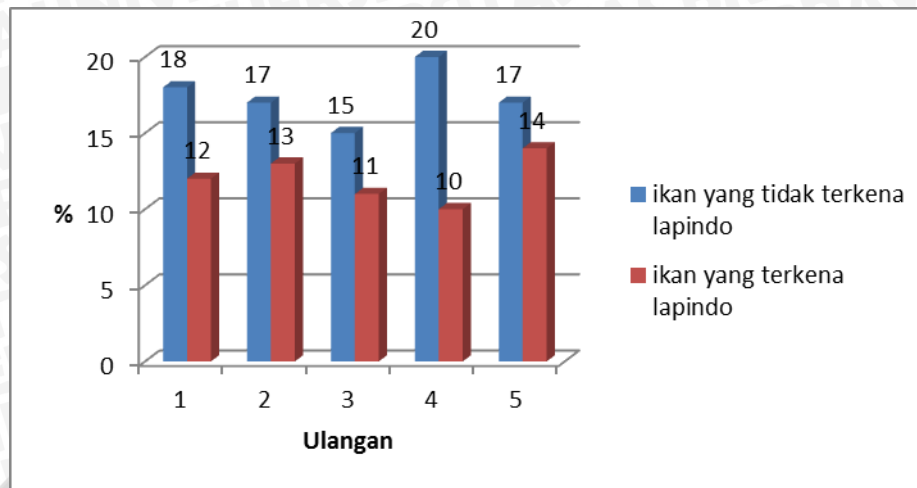
Diferensial dari sel leukosit yang diamati adalah persentase dari jumlah Neutrofil, Limfosit, dan Monosit. Sedangkan untuk eosinofil dan basofil tidak dihitung karena jumlahnya sangat sedikit dalam sirkulasi darah. Menurut Sombes (1996) dalam Irianto (2005), jumlah eosinofil dan basofil pada ikan teleostei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



Gambar 14 Penampang sel darah kiri (ikan yang terkena lapindo) dan kanan (ikan yang tidak terkena lapindo). a : Neutrofil, b : Monosit, c : Limfosit dan d : Eritrosit

a. Neutrofil

Hasil pengamatan neutrofil pada ikan yang tidak terkena lapindo adalah pada ikan 1 = 18%, ikan 2 = 17%, ikan 3 = 15%, ikan 4 = 20% dan ikan 5 = 17% dan neutrofil pada ikan yang terkena lapindo pada ikan 1 = 12%, ikan 2 = 13%, ikan 3 = 11%, ikan 4 = 10% dan ikan 5 = 14%. Data jumlah neutrofil dapat dilihat pada Gambar 15.



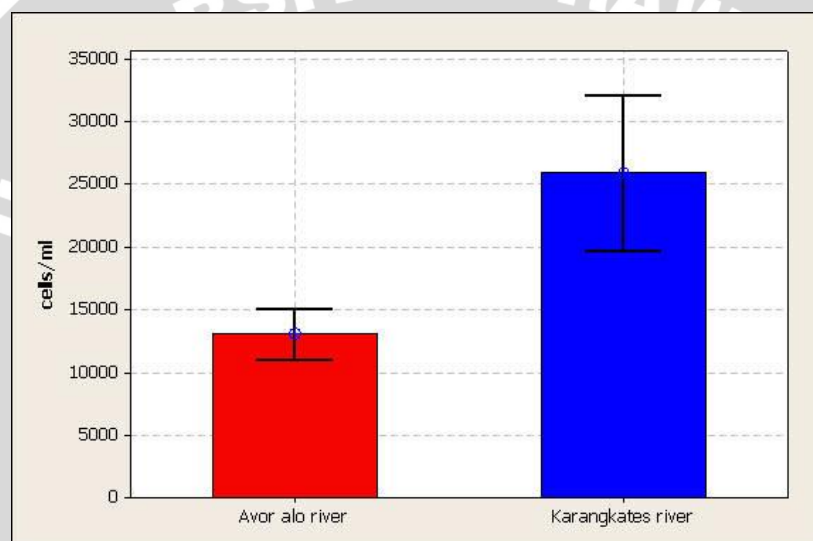
Gambar 15. Diagram sel neutrofil pada ikan mujair yang terkena lapindo dan ikan mujair yang tidak terkena lapindo

Berdasarkan dari pengamatan rata-rata persentase jumlah neutrofil ikan mujair yang terkena lumpur lapindo lebih rendah dibanding ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo. Terjadinya penurunan jumlah sel neutrofil diduga karena adanya pengaruh stres kimiawi yaitu kualitas air buruk dan polutan dari lumpur lapindo. Irianto (2005) melaporkan, respon sekunder ikan terhadap stres adalah berupa perubahan metabolic, seluler, gangguan osmoregulasi, perubahan gambaran darah dan fungsi imun. Menurut Setyawati dan Hartati (2005), adanya zat racun dalam tubuh organisme dapat menimbulkan reaksi antara zat beracun dengan struktur molekul tertentu dari badan. Namun, kepekaan terhadap zat toksik sangat bervariasi antara individu satu dan individu lainnya. Perbedaan tersebut didasarkan pada anatomi dan fisiologi tubuh, sifat keturunan, dan kondisi tubuh.

Menurut Bijanti (2005), neutrofil merupakan fagosit kuat, yang dilakukan dengan cara mendekati partikel asing dan mengeluarkan pseudopodi kesegala arah sekitar partikel.

Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap jumlah neutrofil dilakukan uji statistik t berpasangan (uji *t-dependent*) seperti yang disajikan pada

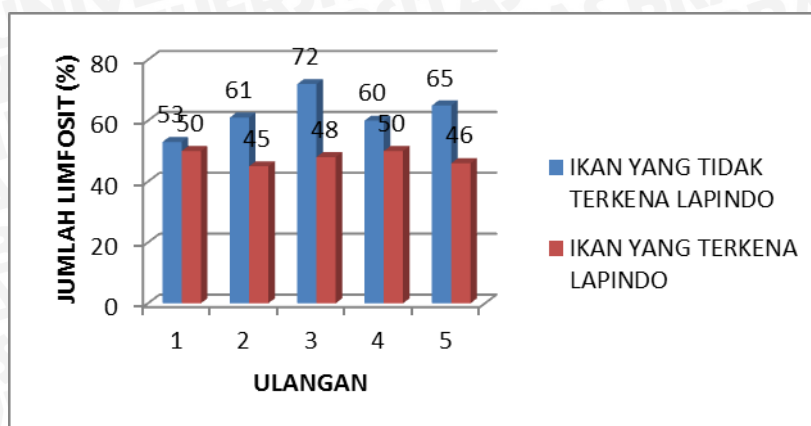
lampiran 6. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah neutrofil ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo dan yang terkena lumpur lapindo. t hitung lebih besar daripada t tabel 5% atau 4,46 lebih besar daripada 2,57 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Ini berarti ikan yang tidak terkena lapindo memberikan hasil yang berbeda sangat nyata dengan ikan yang terkena lapindo. Berikut adalah gambar jumlah neutrofil ikan yang tidak terkena lapindo dan yang terkena lapindo.



Gambar 16. Jumlah Neutrofil pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangkates) dengan selang kepercayaan 95%

b. Limfosit

Hasil pengamatan limfosit pada ikan yang tidak terkena lapindo adalah pada ikan 1 = 53%, ikan 2 = 61%, ikan 3 = 72%, ikan 4 = 60% dan ikan 5 = 65% dan limfosit pada ikan yang terkena lapindo pada ikan 1 = 50%, ikan 2 = 45%, ikan 3 = 48%, ikan 4 = 50% dan ikan 5 = 46%. Data jumlah Limfosit dapat dilihat pada Gambar 17.

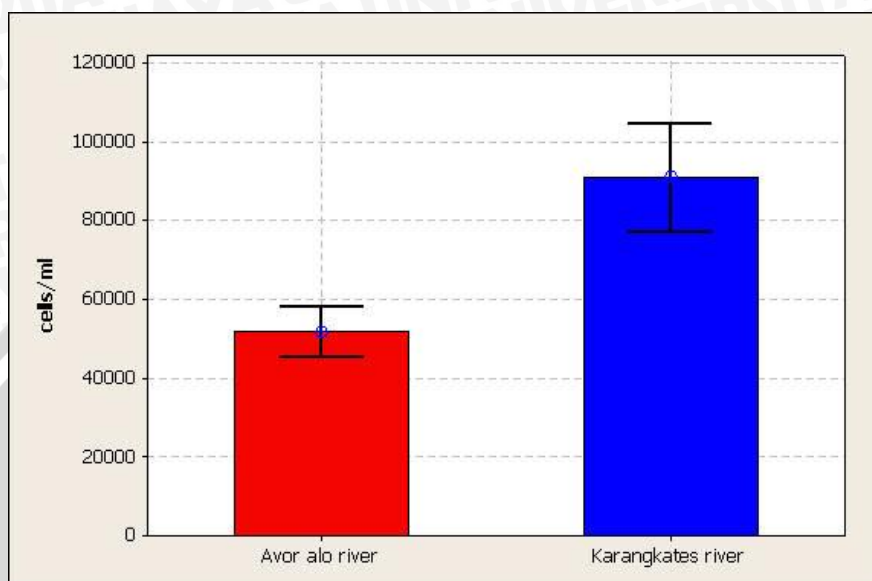


Gambar 17. Diagram sel limfosit pada ikan mujair yang terkena lapindo dan ikan mujair yang tidak terkena lapindo

Berdasarkan dari pengamatan rata-rata persentase jumlah neutrofil ikan mujair yang terkena lumpur lapindo lebih rendah dibanding ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo. Limfosit tidak bersifat fagositosis tetapi memegang peranan penting dalam pembentukan antibody (Fujaya, 2004). Menurut hasil penelitian McLeay (1973) dalam Wijarnako (2008), menunjukkan bahwa limbah pabrik kertas kraft menurunkan leukosit maupun limfosit, penurunan ini pada ikan uji selama pendedahan pada limbah tersebut disebabkan oleh karena terjadi stress yang merangsang peningkatan produksi *corticosteroid* oleh jaringan interrenal. Dalam kondisi stress dan peningkatan produksi *corticosteroid* ini selanjutnya menyebabkan *limopenia*.

Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap jumlah limfosit dilakukan uji statistik t berpasangan (uji *t-dependent*) seperti yang disajikan pada lampiran 6. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah limfosit ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo dan yang terkena lumpur lapindo. *t* hitung lebih besar daripada *t* tabel 5% atau 7,1 lebih besar dari pada 2,31 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Ini berarti ikan yang tidak terkena lapindo memberikan hasil yang berbeda sangat

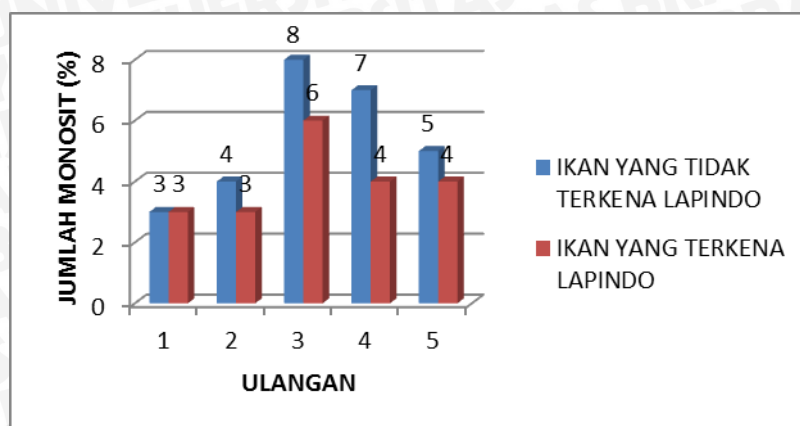
nyata dengan ikan yang terkena lapindo. Berikut adalah gambar jumlah limfosit ikan yang tidak terkena lapindo dan yang terkena lapindo.



Gambar 18. jumlah Limfosit pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangkates) dengan selang kepercayaan 95%

c. Monosit

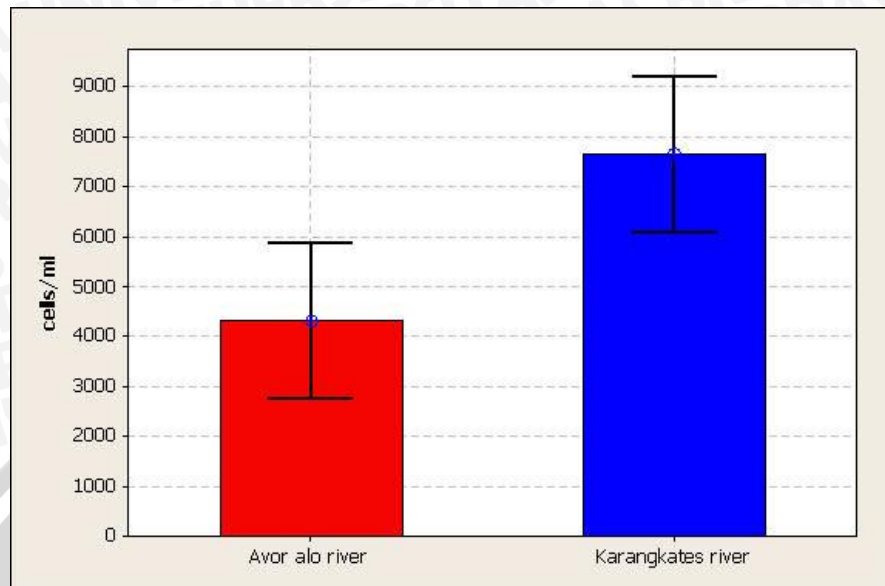
Hasil pengamatan Monosit pada ikan mujair yang terkena lapindo adalah pada ikan 1 = 3%, ikan 2 = 4%, ikan 3 = 8%, ikan 4 = 7% dan ikan 5 = 5% dan monosit pada ikan mujair yang tidak terkena lapindo pada ikan 1 = 3%, ikan 2 = 3%, ikan 3 = 6%, ikan 4 = 4% dan ikan 5 = 4%. Data jumlah monosit dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Diagram sel monosit pada ikan mujair yang terkena lapindo dan ikan mujair yang tidak terkena lapindo.

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa rata-rata persentase jumlah monosit ikan mujair yang terkena lumpur lapindo lebih rendah dibanding ikan mujair yang tidak terkena lumpur. Sedangkan menurut Stoskopf (1993), jumlah monosit berkisar 2–27%. Menurut Irianto (2005), pertahanan alami utama meliputi sel monosit, makrofag dan leukosit bergranul. Monosit dan makrofag memiliki kapasitas fagositik lebih kuat dibandingkan dengan neutrofil. Monosit mempunyai struktur yang lebih besar dari neutrofil dan dapat memfagosit partikel partikel yang lebih besar serta mengalami pematangan menjadi makrofag yang dapat memfagosit sampai 100 bakteri (Stoskopf, 1993).

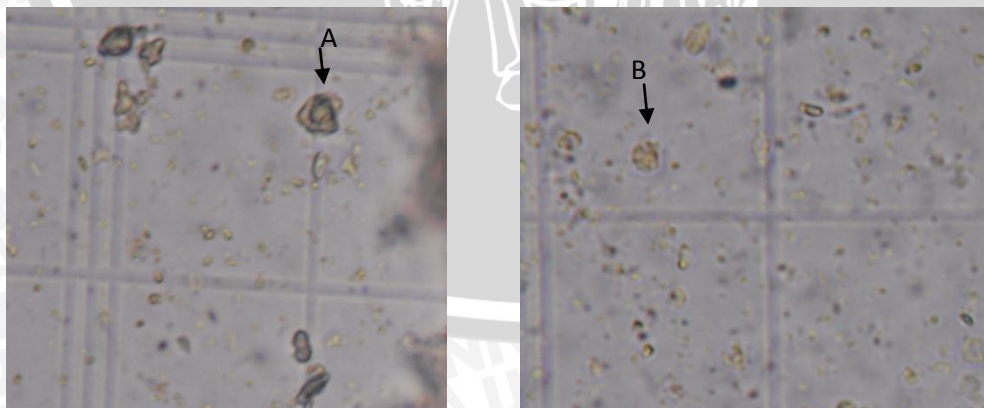
Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap jumlah monosit dilakukan uji statistik t berpasangan (uji *t-dependent*) seperti yang disajikan pada lampiran 6. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah monosit ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo dan yang terkena lumpur lapindo. t hitung lebih besar daripada t tabel 5% atau 3,04 lebih besar dari pada 2,31 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Ini berarti ikan yang tidak terkena lapindo memberikan hasil yang berbeda sangat nyata dengan ikan yang terkena lapindo. Berikut adalah gambar jumlah monosit ikan yang tidak terkena lapindo dan yang terkena lapindo.



Gambar 20. Jumlah Monosit pada 5 ekor ikan mujair yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95%

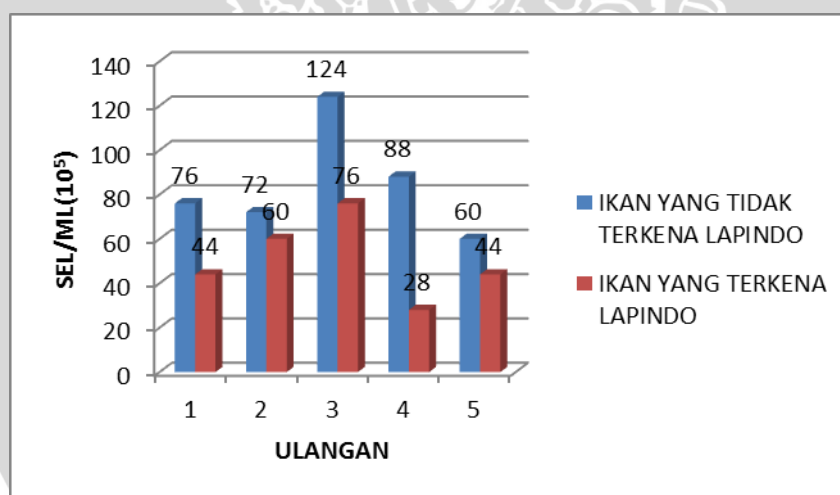
4.3.3 Jumlah Sel Makrofag

Berdasarkan hasil pengamatan sel makrofag di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x, didapat hasil penampang sel sebagai berikut (Gambar 21) :



Gambar 21. Sel makrofag ikan mujair: (A) ikan mujair yang terkena lumpur lapindo, (B) ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo

Jumlah sel makrofag setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus rata-rata $\times 4 \times 10^6 \times 1/fp$ didapatkan hasil rerata jumlah makrofag hasil pengamatan yang dilakukan pada ikan yang terkena lumpur lapindo adalah ikan 1 = 44×10^5 sel/ml, ikan 2 = 60×10^5 sel/ml, ikan 3 = 76×10^5 sel/ml, ikan 4 = 28×10^5 sel/ml dan ikan 5 = 44×10^5 sel/ml. adapun rerata jumlah makrofag pada ikan yang terkena lumpur lapindo mengalami penurunan jumlah makrofag pada masing-masing ikan jika dibandingkan dengan ikan yang tidak terkena lumpur lapindo. Adapun rerata jumlah makrofag pada ikan yang tidak terkena lumpur lapindo adalah ikan 1 = 76×10^5 sel/ml, ikan 2 = 72×10^5 sel/ml, ikan 3 = 124×10^5 sel/ml, ikan 4 = 88×10^5 sel/ml dan ikan 5 = 60×10^5 sel/ml. data jumlah makrofag dapat dilihat pada Gambar 22

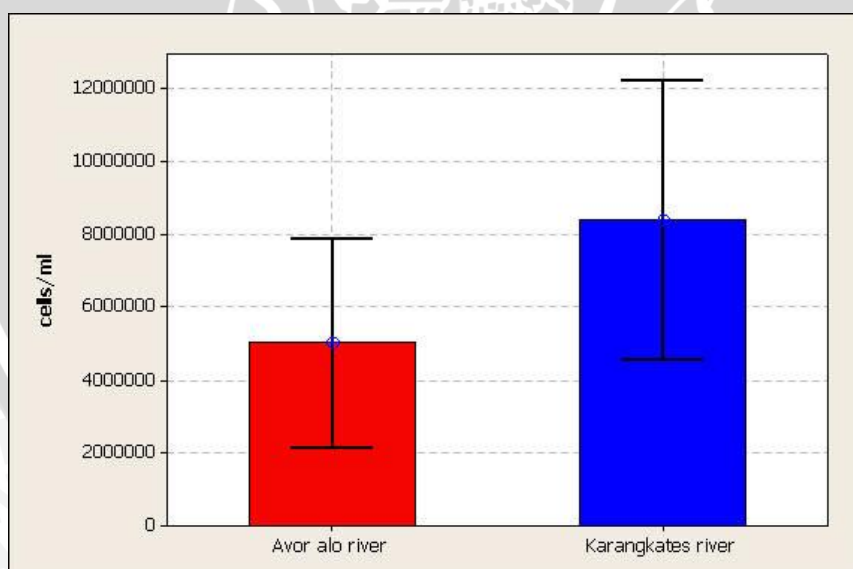


Gambar 22. Grafik Perbandingan Jumlah Sel Makrofag

Ikan yang terkena lapindo mempunyai jumlah makrofag yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ikan yang tidak terkena lapindo. Makrofag memiliki sifat seperti halnya sel fagosit yang lain, yaitu mempunyai sifat melindungi yang dilakukan oleh sel fagosit terhadap adanya infeksi bahan asing / mikroorganisme (Norum, Bogwald and dalmo, 2005).

Makrofag sangat dikhususkan untuk melaksanakan fungsi penelanan dan penghancuran semua benda-benda asing berupa partikel dengan proses endositosis. Makrofag ikan sering terdapat di ginjal, limpa dan peritoneal (Norum *et.al.*, 2005).

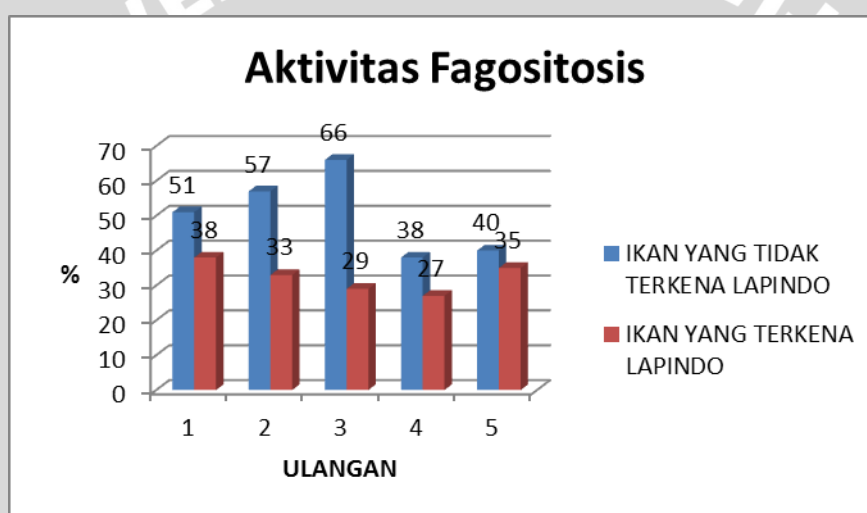
Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap jumlah makrofag dilakukan uji statistik t berpasangan (uji *t-dependent*) seperti yang disajikan pada lampiran 6. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah makrofag ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo dan yang terkena lumpur lapindo. t hitung lebih besar daripada t tabel 5% atau 2,46 lebih besar dari pada 2,31 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Ini berarti ikan yang tidak terkena lapindo memberikan hasil yang berbeda sangat nyata dengan ikan yang terkena lapindo. Berikut adalah gambar jumlah makrofag ikan yang tidak terkena lapindo dan yang terkena lapindo.



Gambar 23. Jumlah Makrofag pada 5 ekor ikan yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangates) dengan selang kepercayaan 95%

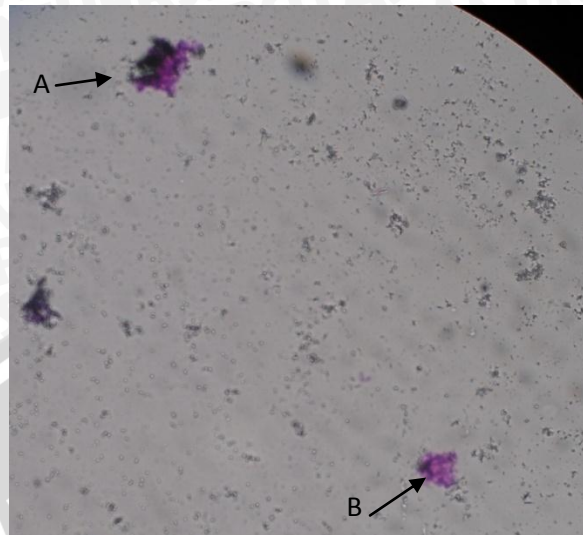
4.3.4 Aktivitas Fagositosis Makrofag

Hasil pengamatan pada penelitian Aktivitas fagositosis makrofag pada penelitian ikan mujair yang terkena lumpur lapindo adalah pada ikan 1 = 33%, ikan 2 = 38%, ikan 3 = 29%, ikan 4 = 27% dan ikan 5 = 35%. Pada ikan yang tidak terkena lumpur lapindo memiliki hasil pengamatan untuk aktivitas makrofag adalah ikan 1 = 51%, ikan 2 = 57%, ikan 3 = 66%, ikan 4 = 38% dan ikan 5 = 40%. Data aktivitas fagositosis makrofag dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Grafik Aktivitas Fagositosis

Berdasarkan hasil pengamatan aktivitas sel makrofag dalam memfagosit di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x, didapat hasil penampang sel sebagai berikut (Gambar 25)



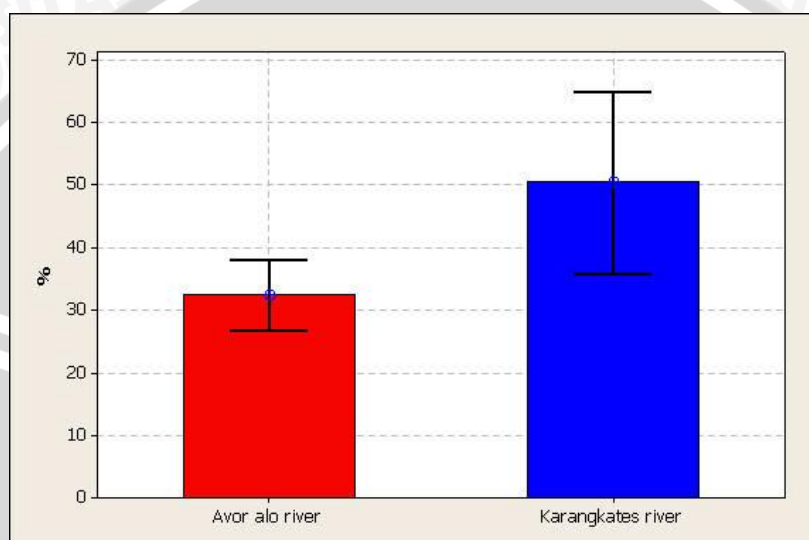
Gambar 25. Sel Makrofag: (A) makrofag saat tidak memfagosit, (B) makrofag saat memfagosit yeast

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa rata-rata persentase aktivitas fagositosis ikan mujair yang terkena lumpur lapindo lebih rendah dibanding ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo. Aktivitas fagositosis merupakan salah satu fungsi pertahanan yang dilakukan oleh sel fagosit makrofag dalam tubuh.

Fagositosis merupakan bagian penting dalam system imun non spesifik untuk mengeliminasi benda asing yang membahayakan hospes termasuk mikroorganisme penyebab infeksi. Fagositosis menjadi efisien dengan adanya antibody yang membungkus permukaan kuman dan mempermudah pencernaan oleh sel fagosit (Jawetz *et,al.*, 2001)

Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap aktivitas fagositosis dilakukan uji statistik t berpasangan (uji *t-dependent*) seperti yang disajikan pada lampiran 6. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap aktivitas fagositosis ikan mujair yang tidak terkena lumpur lapindo dan yang terkena lumpur lapindo. *t* hitung lebih besar daripada *t* tabel 5% atau

3,21 lebih besar dari pada 2,57 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Ini berarti ikan yang tidak terkena lapindo memberikan hasil yang berbeda sangat nyata dengan ikan yang terkena lapindo. Berikut adalah gambar jumlah aktivitas fagositosis ikan yang tidak terkena lapindo dan yang terkena lapindo.



Gambar 26. Aktivitas Fagositosis pada 5 ekor ikan mujair yang terkena dampak lumpur lapindo (Sungai Aloo) dan ikan yang tidak terkena dampak lumpur lapindo (Bendungan Karangkates) dengan selang kepercayaan 95%

4.4 Pembahasan Umum

Berdasarkan dari pengamatan kondisi eksternal dari ikan tersebut, dapat disimpulkan bahwa ikan yang terkena lumpur lapindo terdapat dalam kondisi sakit (stres) dibanding ikan yang tidak terkena lumpur lapindo meskipun ikan tersebut telah beradaptasi dan dapat bertahan hidup di sungai tersebut. Menurut Irianto (2005), stres juga akan mempengaruhi faktor perlindungan alami 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 hewan akan tampak normal tetapi cadangan energinya

terus menyusut karena digunakan untuk menjaga aktivitas normalnya, sehingga dapat mempengaruhi kondisi fisiologis organisme air yang tinggal di perairan tersebut.

Berdasarkan pada hasil penelitian ikan mujair di Sungai Aloo yang terkena lumpur lapindo menunjukkan bahwa jumlah total leukosit, deferensial leukosit (Neutrofil, Limfosit dan Monosit) dan Makrofag dan Aktivitas Fagositosis mengalami penurunan dibandingkan dengan ikan di Bendungan karangkates. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Widjanarko (2008), yang menunjukkan penurunan jumlah total leukosit maupun diferensial leukosit pada ikan mas yang terkena limbah pabrik kertas.

4.5 Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur untuk menunjang data primer adalah parameter fisika dan kimia. Pengukuran kualitas air dilakukan sebanyak 2 kali yaitu dengan perbedaan waktu dengan selang waktu 1 minggu. Kualitas air yang diamati adalah suhu, pH, kadar oksigen terlarut (DO), fenol, TSS dan COD. Data kualitas air dapat dilihat pada tabel 9

Tabel 9. Data hasil kualitas air (parameter kimia dan fisika) sungai Aloo dan Bendungan karangkates

No.	Parameter	Sungai Aloo	S.karangkates	Nilai Baku Mutu	Referensi
1.	DO	1,37-2,18 mg/L	10,6 mg/L	> 3 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
2.	Ph	8	8,7	6-9	PP No. 82 Tahun 2001
3.	Salinitas	5 ppt	0	< 0,5 ppt	Effendi (2003)
4.	Suhu	30-32 °C	31 °C	20-30°C	Effendi (2003)
5.	TSS	672 mg/L	7 mg/L	400 mg/L	Perda No. 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur
6.	COD	58 mg/L	28 mg/L	50 mg/L	Sda
7.	Phenol	1,9 mg/L	0,207	2 mg/L	Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dari Fasilitas Darat (<i>On-Shore</i>) dengan metode SNI 06-6989.21-2005 sesuai Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 04/2007

Hasil yang didapatkan pada pengukuran kualitas air dilapang menunjukkan nilai pada setiap parameter yang di uji telah melebihi pada ambang batas standar baku mutu, sehingga dengan buruknya kualitas air pada perairan tersebut dikhawatirkan akan mempengaruhi kondisi dari kondisi fisiologis iikan mujair termasuk di dalamnya sistem imun.

Menurut ECOTON (2006), kadar garam (salinitas) lumpur sangat tinggi, sehingga bersifat asin dengan salinitas 38-40 ppt yang dapat membunuh biota air tawar jika dibuang ke sungai dan merusak kesuburan lahan pertanian produktif. Nilai *Total Suspended Soil* (TSS) di sungai Aloo sangat tinggi, mencapai 672 mg/L. Hal ini dikarenakan lokasi pengambilan sampel (sungai Aloo) berada dekat dengan hilir, dimana bahan padatan terlarutnya terakumulasi. Selain itu, menurut warga sekitar sungai, sejak skenario pembuangan lumpur lapindo tersebut dilakukan, terjadi pendangkalan sekitar setengah dari tinggi badan orang dewasa.

Nilai phenol di sungai Aloo hampir mendekati nilai ambang batas yang ditentukan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Herawati (2007), Konsentrasi tertinggi phenol yang ditemukan pada Sungai Aloo adalah sebesar 1,197 mg/Lt atau 1.197 kali melebihi nilai baku mutu. Di dalam penelitian ini media yang diteliti adalah lingkungan badan air yaitu Sungai Aloo yang dialiri oleh air lumpur Lapindo, dimana target reseptor yang pertama dapat terkena risiko adalah biota perairan tersebut. Menurut Risidi, dkk (2008), Penelitian telah dilakukan mendapati bahwa kadar fenol total yang terkena lapindo adalah berkisar antara 0,0281mg/Lt-0,0935mg/Lt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar fenol di Sungai Aloo memiliki nilai yang sangat tinggi yang nantinya akan mempengaruhi kehidupan ikan mujair.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

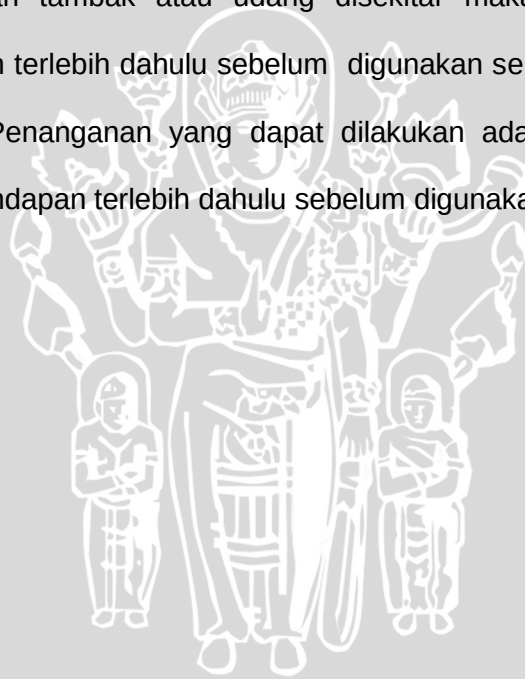
Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa air sungai Aloo yang terkena lumpur lapindo dapat mempengaruhi terhadap imunitas ikan. Pada penelitian ini didapatkan bahwa ikan mujair di Sungai Aloo memiliki Jumlah Leukosit rata-rata sebesar 110800 sel/ml.
- Deferensial leukosit ikan mujair di Sungai Aloo yaitu Neutrofil ikan mujair di Sungai Aloo rata-rata berkisar 12%. Limfosit rata-rata berkisar 47,8% dan jumlah Monosit rata-rata berkisar 4%.
- Makrofag ikan mujair yang terdapat pada Sungai Aloo rata-rata berkisar $50,4 \times 10^5$ sel/ml dan Aktivitas Fagositosis Pada ikan Mujair yang terdapat di Sungai Aloo rata-rata berkisar 32,4%.
- Ikan mujair yang terdapat pada Bendungan karangkates memiliki rata-rata Jumlah Leukosit 148480sel/ml.
- Deferensial leukosit ikan mujair di Bendungan karangkates yaitu Neutrofil ikan mujair di Bendungan karangkates rata-rata berkisar 17,4%. Limfosit rata-rata berkisar 62,2% dan jumlah Monosit rata-rata berkisar 5,4%.
- Makrofag ikan mujair yang terdapat pada Bendungan karangkates rata-rata berkisar $82,4 \times 10^5$ sel/ml dan Aktivitas Fagositosis Pada ikan Mujair yang terddapat di Bendungan karangkates rata-rata berkisar 50,4%.

- Karakteristik fisika kimia sungai Aloo yang terkena lumpur lapindo menunjukkan nilai DO sebesar 1,37-2,18 mg/L, Suhu sebesar 30-32 °C, TSS sebesar 672 mg/L, COD sebesar 58 mg/L dan Phenol sebesar 1,9 mg/L kondisi tersebut tidak cocok untuk kehidupan ikan

5.2 Saran

- Dari hasil peneltiain inii dapat disarankan apabila sungai Aloo akan digunakan sebagai sumber air untuk pemasukan bagi tambak pemeliharaan tambak atau udang disekitar maka perlu dilakukan penanganan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai pemasok air ditambak. Penanganan yang dapat dilakukan adalah penyaringan atau pengendapan terlebih dahulu sebelum digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Afag, S., dan Rana, KS. 2009. Toxicological effects of leather dyes on total leucocyte count of fresh water teleost, *cirrhinus mrigala* (Ham). *Journal Biology and Medicine*, vol 1 (2): 134-138
- Affandi R, Tang UM. 2002. Fisiologi Hewan Air. Riau. Unipress
- Agbede, S.A., Olanike K.A., Olufemi B. A.,Abdulkadir U.J. 2006. Ultrastuctural Study of the Phagocytic Activities of Splenic Macrophages in Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *African Journal of Biotechnology* Vol. 5 (22): 2350-2353
- Agriefishery. 2010. Ciri – Ciri Ikan Yang Sehat. <http://zonaikan.wordpress.com/>. Diakses tanggal 10 juni 2010.
- Alamanda, I. E., Noor S. H., Agung B. 2007. Penggunaan Metode Hematologi dan Pengamatan Endoparasit Darah untuk Penetapan Kesehatan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) di Kolam Budidaya Desa Mangkubumen Boyolali. *Jurnal Biodiversitas* Vol. 8 (1) : 34-38,
- Anderson, D. P. 1974 *Fish Immunology In Disease of Fishes*. Ed. S. F. Snieszko dan H. R. Axelrod. T. F. H. Publications Inc. Ltd. U.S.A.
- Astuti, A. B. 2003. Interaksi Pestisida dan Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* Pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.). Skripsi Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
- Batoran Yohanis. 2008. Gambaran Hematologi dan Histopatologi Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) Yang Terinfeksi *Aeromonas hydrophila* dan Setelah Penambahan Antibakteri Phenol Dari Alga Coklat (*Sargassum polycystum*) Penelitian Tesis. Universitas Brawijaya Malang.
- Bloom, J.H. 1988. Analisa Mutu Air Secara Fisika dan Kimia. Sebuah Laporan Tentang Pelatihan Prektek Pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. NUFFIC UNIBRAW. Malang.
- Budiyanto, A. K. 2002. Mikrobiologi Terapan. UMM Press. Malang
- Cholik, F., Ateng G. J., R.P. Poernomo, Ahmad J. 2005. Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa. Masyarakat Perikanan Nusantara (MPN) dan Taman Aquarium Air Tawar TMII. Jakarta
- ECOTON. 2006. Bencana Baru di Kali Porong. <http://www.ecoton.or.id/tulisanlengkap.php?id=1783>. Diakses tanggal 25 Desember 2010

Effendi dan Zukesti. 2003. Peranan Leukosit Sebagai Anti Inflamasi Alergik Dalam Tubuh. Bagian Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. USU Digital Library.

Hanyawanita.com. 2010. Wapres Tinjau Lokasi Lumpur Panas. http://www.hanyawanita.com/_hot_news/article. Diakses tanggal 10 Juni 2010

Herawati, N. 2007. Analisis Risiko Lingkungan Aliran Air Lumpur Lapindo Ke Badan Air (Studi Kasus Sungai Porong dan Sungai Aloo-Kabupaten Sidoarjo). Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang

Irianto, A and B. Austin. 2002. Use of probiotik to Control Furunculosis in Rainbow Trout, *Oncorhynchus myciss* (Walbaum). Journal of fish Disease 25, 333-342.

Irianto, A., Hernayanti dan Budiono. 2004. Pengaruh Suplementasi Probiotik A3-51 Dalam Pakan Terhadap Makrofag Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Prosiding Pengendalian Penyakit Pada Ikan dan Udang Berbasis Imunisasi dan Biosecurity. 92-96

Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Isnaeni, W. 2006. Fisiologi Hewan. Kanisius. Jogjakarta.

Jawetz, E., Melnick, and Adelberg. 1982. Review Of Medical Microbiology. Diterjemahkan: Gerard Bonang K. C. V. EGC. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta

Jordanova, M., Katerina R., Nada M., and Eduardo R. 2001. Evaluating pigmented macrophages as biomarkers for fish health and enviromental pollution: avidence of natural seasonal fluctuations in Ohrid trout (*Salmo letnica* Kar.). Coresponding author. Email: majaj.iunona.pmf.ukim.edu.mk

Kresno, S. B. 1988. Pengantar Hematologi dan Imunohematologi. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta

Lukito O. 2007. Menyoal Lumpur Lapindo. <http://okilukito.wordpress.com/2007/11/13/sdm-payah-sdi-parah-dkp-hobi-bangun-pelabuhan/>. Diakses tanggal 10 Juni 2010

Maddy K. 2010. Leukosit. <http://id.shvoong.com/tags/leukosit>. Diakses tanggal 10 Juni 2010

Mahardika, K., Zafran., Johnny, F., Roza, D. 2004. Tingkat Kerentanan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscogattatus*) Dalam Berbagai Umur Terhadap Infeksi Iridovirus. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Badan

Riset Kelautan Dan Perikanan. Departemen Kelautan Dan Perikanan. Vol. 10 (1): 92-95

Martins, ML., Felipe N.V., Gabriela T.J., Jose L.P.M., Geovana D., Gisele M. S., Adolfo J.M.B., Fabiola S.P., Celso C.B.N., Gilberto P.Jr. 2009. Leukocyte Response and Phagocytic Activity in Nile tilapia Experimentally Infected with *Enterococcus* sp. *Braz. J. Biol.*, 69(3): 957-962.

Mulyadi, S. 2007. Ekonomi Kelautan. Penerbit PT.Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Murdjani dan Muhammad. 2002. Identifikasi dan Patologi Bakteri *Vibrio alginoliticus* pada Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*). Disertasi Program Pasca Sarjana Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang

Mudjiutami, E., Ciptoroso, Zainun Z., Sumarjo, Rahmat. 2007. Pemanfaatan Immunostimulan Untuk Pengendalian Penyakit Pada Ikan Mas. *Jurnal Budidaya Air Tawar* Volume 4 (1) :1-9

Norum, Bogwald, and Dalmo. 2005. Isolation and Characterisation of Spotted Wolffish (*Anarchicas minor olaten*) Macrophages. *Journal Fish and Shellfish immunology*. Elsevier. Amsterdam. Nederland. Page 381-391

Pemancing.com. 2009. Ikan Mujair ikan yang paling banyak menjadi obyek pemancingan alam. <http://pemancing.com/ikan-mujair>. Diakses tanggal 10 Juni 2010

Peraturan Daerah No. 2 / 2008, Tanggal 28-2-2008, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 04 Tahun 2007, Tanggal : 8 Mei 2007 tentang BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN ATAU KEGIATAN PENGOLAHAN MINYAK BUMI

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Prayitno. 2007. Penentuan Status Kualitas Perairan Melalui Biomonitoring Makrozoobentos Tinjauan Dari Pengaliran Lumpur Lapindo Brantas Di Kali Porong Sidoarjo Jawa Timur Penelitian Tesis. Universitas Brawijaya. Malang.

Rantam F.A. 2003. Metode Imunologi. Airlangga University Press. Surabaya.

Rasidi, Joni Haryadi, Al Faziah Hayati dan Prihadi Tri Heru. 2008. Kajian Kandungan Fenol Akibat Dampak Lumpur Lapindo Pada Pertambakan di Sidoarjo. Seminar Nasional Tahunan V Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, UGM

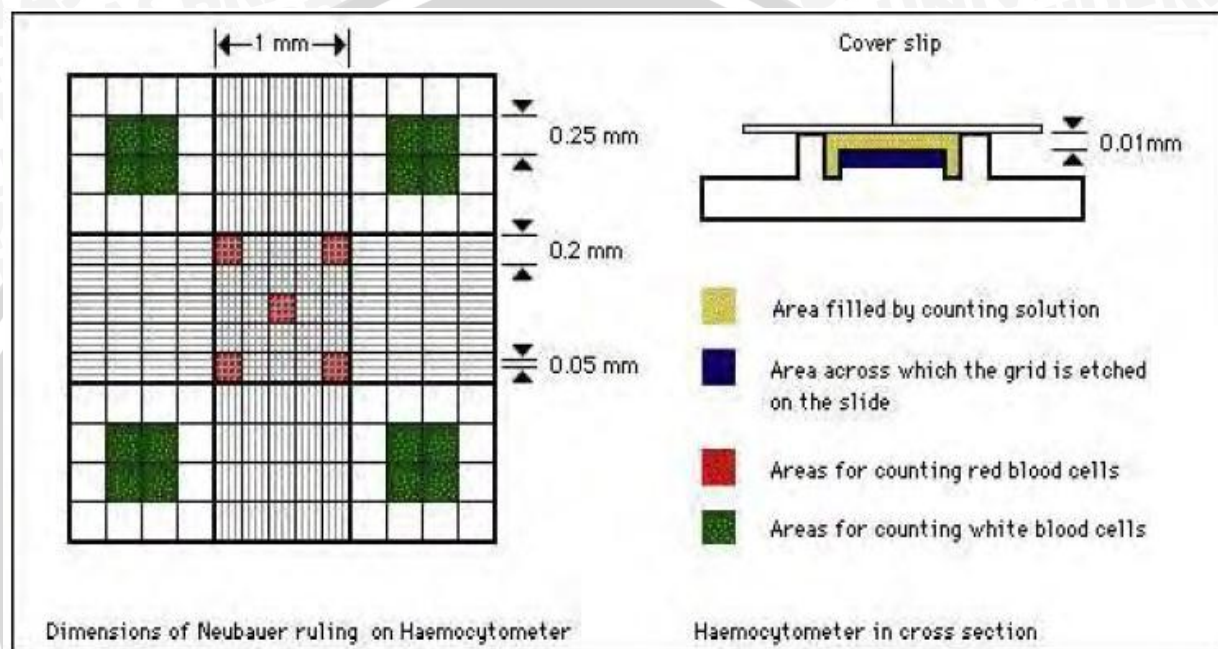
Sadikin, H. M., 2002. Kimia Darah. Cetakan Pertama. Penerbit Widya Medika.

- Salasia, S. I. O., Dewi S., Atik R. 2001. Studi Hematologi Ikan Air Tawar. Jurnal Biologi Vol. 2 No. 12 Desember 2001
- Salim, A. 2009. Deskripsi Dan Interpretasi. www.ktiguru.org. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- Setyawati D dan Kartikaningsih H. 2005. Diktat Kuliah Toksikologi dan hygiene. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.
- Shahrani, A. R. 2003. Interaksi Antara Pestisida dan Infeksi *Aeromonas hydrophilla* pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Skripsi Program Studi Budidaya Perairan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor
- SNI. 2004. Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*, TSS) secara gravimetri. Badan Standardisasi Nasional SNI 06-6989.3-2004
- Stosik, M., Deptula W., Tokarz B.D. 2001. Selected Immunological and Haematological Indices in Breams (*Abranis brama*) Inhabiting Various Aquatic Ecosystem. Polish Journal of Enironmental Studies Vol. 11 (3) : 273-277
- Stoskopf, M. K. 1993. Fish Medicine. W. B. SAUNDERS COMPANY. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. Maryland
- Subowo. 2002. Histologi Umum. Edisi 1. Bumi Aksara. Jakarta
- Sugiyono. 2005. Memahami Penelitian Kualitatif. Alfabeta. Bandung
- Sumantadinata K. 1981. Pengembangbiakan Ikan – Ikan Peliharaan Di Indonesia. P.T. Sastra Hudaya. Bogor
- Suntoro, H. 1983. Metode Pewarnaan (Histologi & Histokimia). Penerbit Bhrata Karya Aksara. Jakarta
- Suresh, N. 2009. Effect of cadmium chloride on liver, spleen and kidney melano macrophage centres in *Tilapia mosambica*. Journal of Environmental Biology 30 (4) 505-508
- Sutanmuda. 2008. Budidaya Ikan Mujair. <http://sutanmuda.wordpress.com/>. Diakses tanggal 10 Juni 2010
- visualsunlimited. 2010. Red Blood Cells. <http://www.visualsunlimited.com/image>. Diakses tanggal 12 April 2011
- Vitanouva.net. 2007. Ekosistem Air Tawar Kali Porong Rusak Karena Lumpur Lapindo. <http://www.vitanouva.net/index>. Diakses tanggal 10 Juni 2010

- Vonti, O. 2008. Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Strain Sinyonya Yang Berasal Dari Daerah Ciampea-Bogor. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- V´azquez, G. R. dan G.A. Guerrero. 2007. Characterization of Blood Cells and Hematological Parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). Tissue and Cell 39:151–160
- Widagdo P. 2010. Pengamatan Darah Ikan. <http://puguh90.blogspot.com/2009/04/pengamatan-darah-ikan.html>. Diakses tanggal 10 Juni 2010.
- Widajatiningrum, L. 2007. Penggunaan Sampel Darah Ikan koi (*Cyprinus carpio koi*) yang terinfeksi KHV (*koi herpesvirus*) dalam Pengujian PCR (Polymerase Chain Reaction) dan Analisis Hematologinya. Tesis Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Wijarnako P, Yenny R dan Widjayanto E. 2008. Pengaruh Dosis Sublethal Limbah Pabrik Kertas Terhadap Fisiologi Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Jurnal penelitian perikanan, vol.II (2): 219-225
- Wikipedia.org^a. 2010. Mujair. <http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Mujair&action=edit>. Diakses tanggal 10 Juni 2010.
- Wikipedia.org^b. 2010. imunologi. <http://www.christopherchandra.net/2010/02/imunologi.html>. Diakses tanggal 10 Juni 2010.
- Yasin, M. N. 2010. Marine Yeast Sebagai Immunostimulan terhadap Aktivitas Respon Imun Non Spesifik Benih Ikan Betok (*Anabas testudineus*) yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophilla*. Tesis Program Pasca Sarjana. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya Malang.
- Yustina, Arnetis dan Rifa S. 2005. Efek Subletal Sulfida Pada Fisiologi Darah Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). Jurnal Biogenesis. Vol 2 (1):20-24.2005
- Yulianto, R. 2009. Tinjaun Kegiatan Perikanan Akibat Dampak Lumpur Lapindo Di Kabupaten Sidoarjo. Jawa Timur. Skripsi Pemanfaatan Sumberdaya Perairan. Universitas Brawijaya. Malang

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kamar Hitung Haemocytometer (Vonti, 2008)



Lampiran 2. Data Hasil Jumlah Sel Darah Putih Ikan mujaer

Ikan	Ulangan					Rerata	STDEV
	1	2	3	4	5		
Terkena lapindo(sel/ml)	117600	101400	103600	110400	110800	108760	6438,012
Tidak terkena lapindo(sel/ml)	184200	171200	131800	131600	123600	148480	27268,52

Ikan Terkena lapindo $= 1,08 \times 10^5 \pm 0,64 \times 10^4$ sel/ml

Ikan Tidak terkena lapindo $= 1,48 \times 10^5 \pm 2,72 \times 10^4$ sel/ml



Lampiran 3. Data Relatif Hasil Jumlah Diferensial Leukosit

A. Neutrofil

Ikan	Ulangan					Rerata	STDEV
	1	2	3	4	5		
Terkena lapindo	12	13	11	10	14	12	1.581139
Tidak terkena lapindo	18	17	15	20	17	17,4	1.81659

Ikan Terkena lapindo = $12 \pm 1,58\%$

Ikan Tidak terkena lapindo = $17,4 \pm 1,81\%$

B. Limfosit

Ikan	Ulangan					Rerata	STDEV
	1	2	3	4	5		
Terkena lapindo	50	45	48	50	46	47,8	2,280351
Tidak terkena lapindo	53	61	72	60	65	62,2	6,978539

Ikan Terkena lapindo = $47,8 \pm 2,28 \%$

Ikan Tidak terkena lapindo = $62,2 \pm 6,97 \%$

C. Monosit

Ikan	Ulangan					Rerata	STDEV
	1	2	3	4	5		
Terkena lapindo	3	3	6	4	4	4	1,224745
Tidak terkena lapindo	3	4	8	7	5	5,4	2,073644

Ikan Terkena lapindo = $4 \pm 1,22 \%$

Ikan Tidak terkena lapindo = $5,4 \pm 2,07 \%$

Lampiran 4. Data Hasil Jumlah Makrofag dan Aktivitas Fagositosis

A. Makrofag

Ikan	Satuan	Ulangan					Rerata	STDEV
		1	2	3	4	5		
A	Sel/ml (10 ⁵)	44	60	76	28	44	50,4	18,24281
B		76	72	124	88	52	82,4	26,6233

*Ikan A = $50,4 \times 10^5 \pm 18,24 \times 10^5$ sel/ml

Ikan B = $82,4 \times 10^5 \pm 26,62 \times 10^5$ sel/ml

B. Aktivitas Fagositosis

Ikan	Ulangan					Rerata	STDEV
	1	2	3	4	5		
A	38	33	29	27	35	32,4	4,449719
B	51	57	66	38	40	50,4	11,71751

*Ikan A = $32,4 \pm 4,44$ %

Ikan B = $50,4 \pm 11,71$ %

*IKAN A = IKAN YANG TERKENA LAPINDO

IKAN B = IKAN YANG TIDAK TERKENA LAPINDO

Lampiran 5. Data Absolut Hasil Jumlah Diferensial Leukosit

A. Neutrofil

Ikan	Ulangan					Rerata	STDEV
	1	2	3	4	5		
Terkena lapindo	14112	13182	11396	11040	15512	14112	1869.66
Tidak terkena lapindo	33156	29104	19770	26320	21012	25872.4	5580.26

Ikan Terkena lapindo = 25872.4 ± 5580.26

Ikan Tidak terkena lapindo = 14112 ± 1869.66

B. Limfosit

Ikan	Ulangan					Rerata	STDEV
	1	2	3	4	5		
Terkena lapindo	58800	45630	49728	55200	50968	52065.2	5080.912
Tidak terkena lapindo	97626	104432	94896	78960	80340	91250.8	11155.54

Ikan Terkena lapindo = 52065.2 ± 5080.912

Ikan Tidak terkena lapindo = 91250.8 ± 11155.54

C. Monosit

Ikan	Ulangan					Rerata	STDEV
	1	2	3	4	5		
Terkena lapindo	3528	3042	6216	4416	4432	4326.8	1212.115
Tidak terkena lapindo	5526	6848	10544	9212	6180	7662	2128.957

Ikan Terkena lapindo = 4326.8 ± 1212.115

Ikan Tidak terkena lapindo = 7662 ± 2128.957

LAMPIRAN 6. UJI t-DEPENDENT

A. Jumlah Leukosit

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{27268,52^2}{6438,012^2} = 17,93$$

$$F_{\text{tabel } 5\%} = 6,39$$

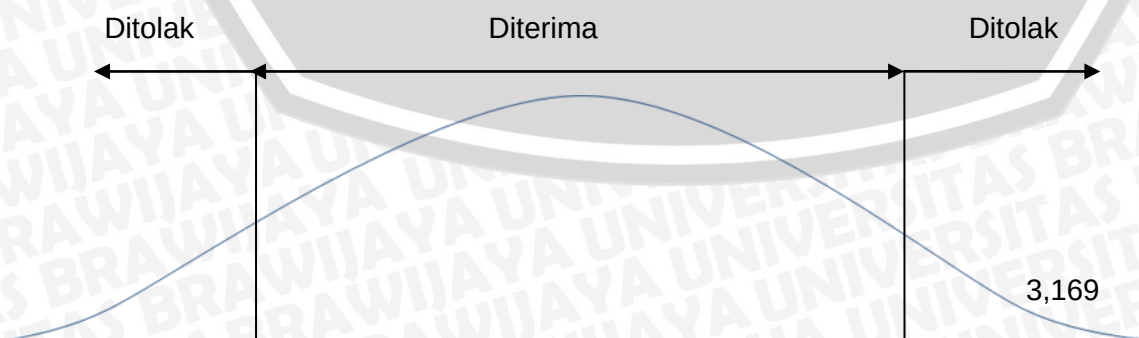
$F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}} \rightarrow$ berbeda nyata

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}}$$

$$t_{\text{hitung}} = \frac{148480 - 108760}{\sqrt{(27268,52^2/5) + (6438,012^2/5)}} = 3,169$$

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

$$df = \frac{[(27268,52^2/5) + (6438,012^2/5)]^2}{[(27268,52^2/5)^2/(5 - 1)] + [(6438,012^2/5)^2/(5 - 1)]} = 4,4 \approx 4$$



-2,78

0

2,78

B. Neutrofil

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$F_{hitung} = \frac{5580,26^2}{1869,66^2} = 8,9$$

$$F_{tabel\ 5\%} = 6,39$$

$F_{hitung} > F_{tabel} \rightarrow$ berbeda nyata

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}}$$

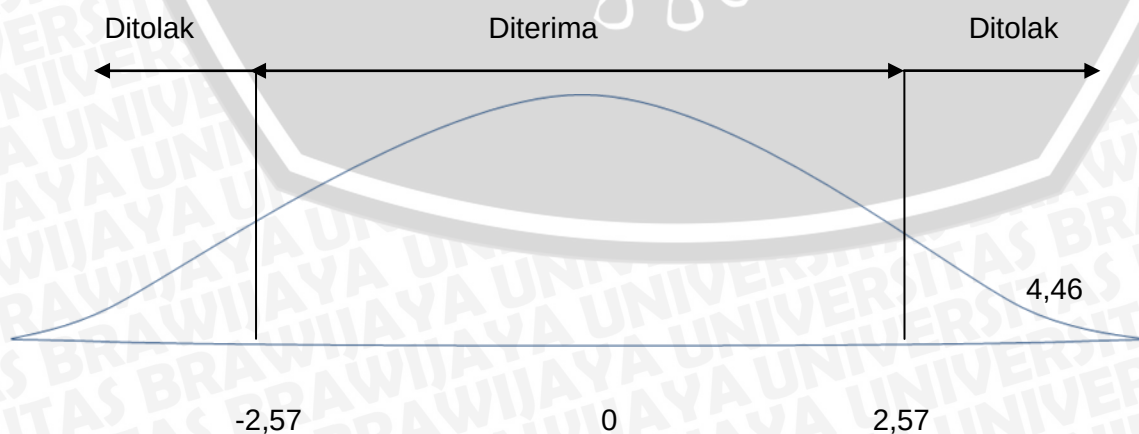
$$t_{hitung} = \frac{25872,4 - 14112}{\sqrt{(5580,26^2/5) + (1869,66^2/5)}}$$

$$= 4,46$$

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

$$df = \frac{[(5580,26^2/5) + (1869,66^2/5)]^2}{[(5580,26^2/5)^2/(5 - 1)] + [(1869,66^2/5)^2/(5 - 1)]}$$

$$= 4,8 \approx 5$$



C. Limfosit

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$F_{hitung} = \frac{11155,54^2}{5080,912^2} = 4,8$$

$$F_{tabel\ 5\%} = 6,39$$

$F_{hitung} < F_{tabel} \rightarrow$ tidak berbeda nyata

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

$$t_{hitung} = \frac{91250,8 - 52065,2}{8667,80 \sqrt{(1/5) + (1/5)}}$$

$$= 7,1$$

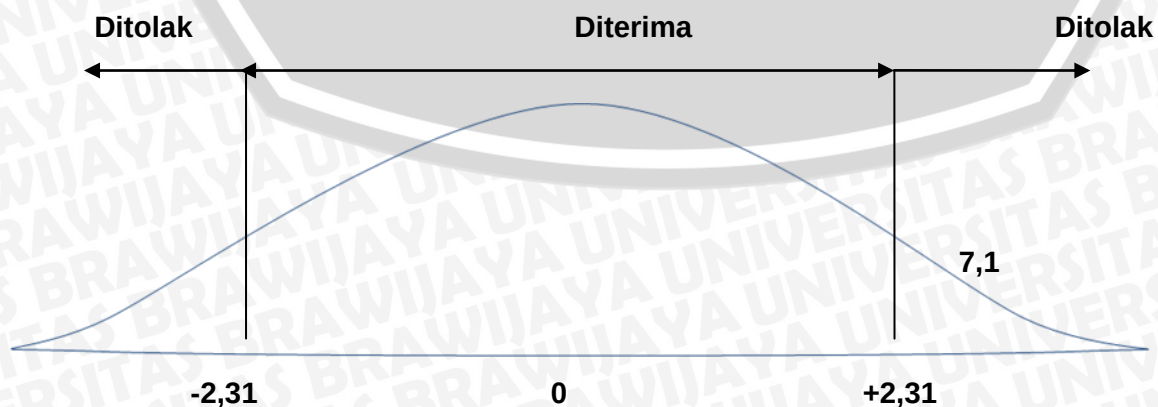
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(5 - 1)11155,54^2 + (5 - 1)5080,912^2}{5 + 5 - 2}}$$

$$= 8667,80$$

$$S_d = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 5 + 5 - 2 = 8$$



D. Monosit

$$F_{\text{hitung}} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{2128,957^2}{1212,115^2} = 3,08$$

$$F_{\text{tabel } 5\%} = 6,39$$

$F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}} \rightarrow$ tidak berbeda nyata

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

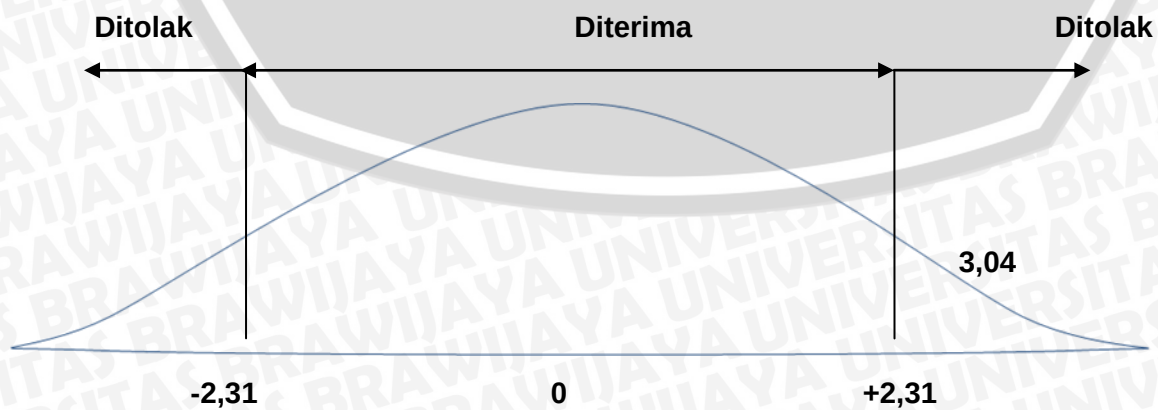
$$t_{\text{hitung}} = \frac{7662 - 4326,8}{1732,29 \sqrt{(1/5) + (1/5)}} = 3,04$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(5 - 1)2128,957^2 + (5 - 1)1212,115^2}{5 + 5 - 2}} = 1732,29$$

$$S_d = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 5 + 5 - 2 = 8$$



E.Makrofag

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$F_{hitung} = \frac{24,49^2}{18,24^2} = 1,80$$

$$F_{tabel\ 5\%} = 6,39$$

$F_{hitung} < F_{tabel} \rightarrow$ tidak berbeda nyata

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

$$t_{hitung} = \frac{84 - 50,4}{21,57 \sqrt{(1/5) + (1/5)}}$$

$$= 2,46$$

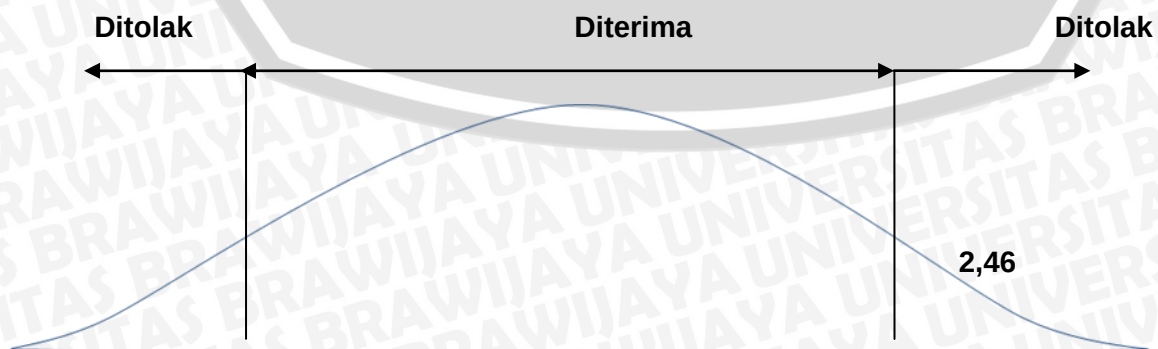
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(5 - 1)24,49^2 + (5 - 1)18,24^2}{5 + 5 - 2}}$$

$$= 21,57$$

$$S_d = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 5 + 5 - 2 = 8$$



-2,31

0

+2,31

F. Aktivitas Fagositosis

$$F_{\text{hitung}} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{11,71751^2}{4,449719} = 6,9$$

$$F_{\text{tabel } 5\%} = 6,39$$

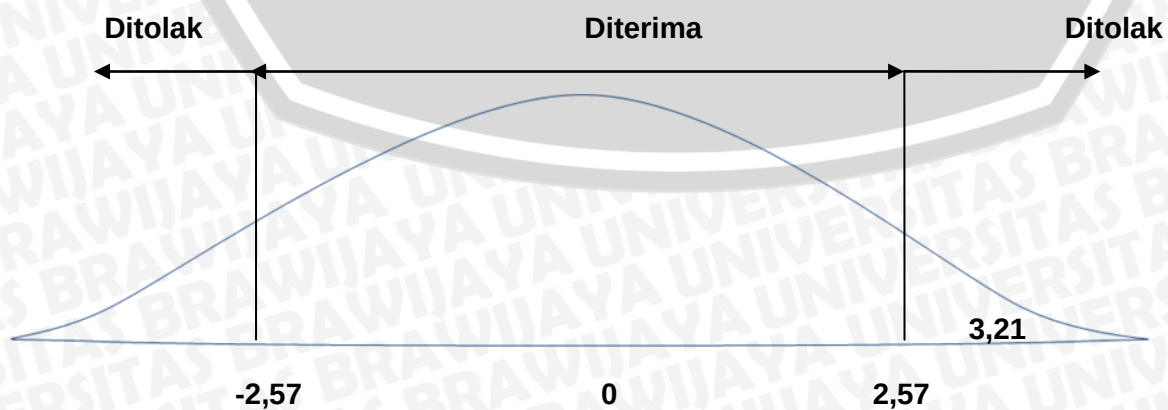
$F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}} \rightarrow$ berbeda nyata

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}}$$

$$t_{\text{hitung}} = \frac{50,4 - 32,4}{\sqrt{(11,71751^2/5) + (4,449719^2/5)}} = 3,21$$

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

$$df = \frac{[(11,71^2/5) + (4,44^2/5)]^2}{[(11,71^2/5)^2/(5-1)] + [(4,44^2/5)^2/(5-1)]} = 5,1 \approx 5$$

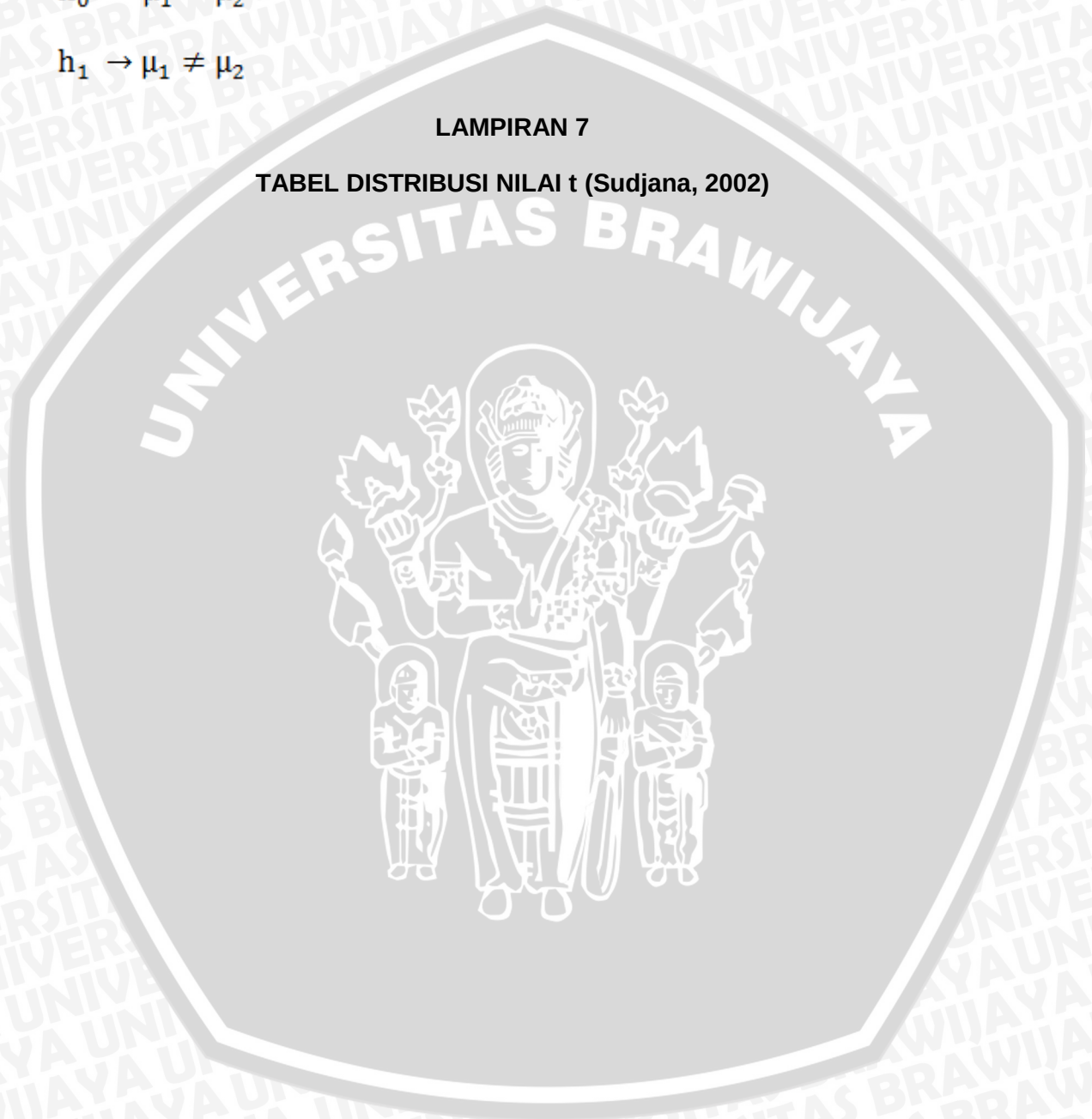


$$h_0 \rightarrow \mu_1 = \mu_2$$

$$h_1 \rightarrow \mu_1 \neq \mu_2$$

LAMPIRAN 7

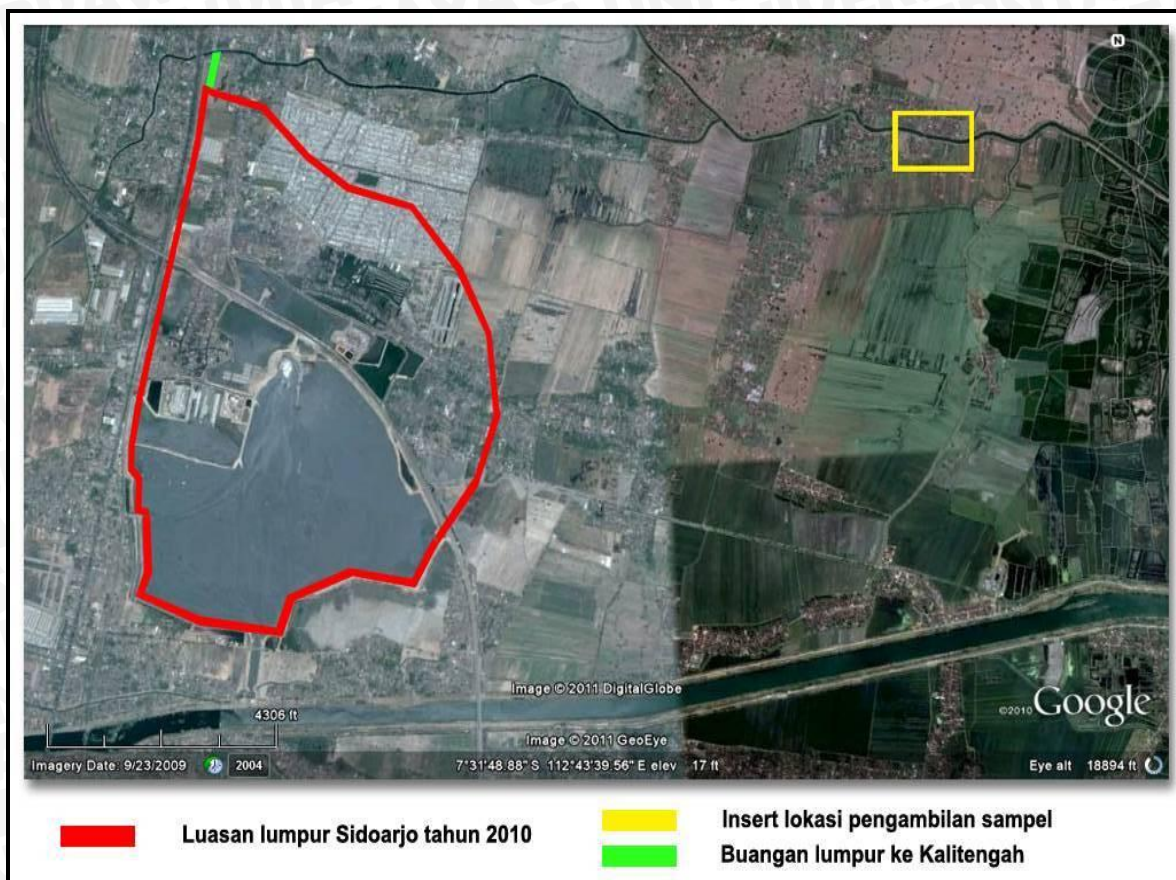
TABEL DISTRIBUSI NILAI t (Sudjana, 2002)



Tabel B: Tabel Distribusi Nilai t

d.f.	α				
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	4.303	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
inf.	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Lampiran 8. Peta Lokasi Pengambilan Sampel (Google, 2004)





GLOSARIUM

Imunologi : Imunologi adalah suatu cabang yang luas dari ilmu biomedis yang mencakup kajian mengenai semua aspek sistem imun (kekebalan) pada semua organisme.

Imunitas : Kekebalan terhadap penyakit, terutama penyakit infeksi

Leukosit : Leukosit merupakan nama lain untuk sel darah putih

Granulosit : Leukosit bergranula

Agranulosit : Leukosit yang tidak bergranula

Neutrofil : Komponen dari granulosit yang Plasmanya bersifat netral, inti selnya berjumlah banyak dengan bentuk bermacam-macam. Neutrofil fagositosis terhadap eritrosit (sel darah merah), kuman, dan jaringan mati.

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

Eosinofil : Komponen dari granulosit Plasmanya bersifat asam. Itulah sebabnya eosinofil akan merah tua bila ditetesi eosin. Eosinofil juga bersifat fagosit dan jumlahnya akan meningkat jika tubuh terkena infeksi.

Limfosit : Komponen dari agranulosit. Limfosit dalam tubuh berperan dalam sistem imun, melalui pembentukan antibody (imunitas humoral) dan limfosit teraktivasi (imunitas sel T) melalui jaringan limfoid.

Monosit : Komponen dari agranulosit. Monosit dapat bergerak seperti Amoeba dan mempunyai inti yang bulat/bulat panjang. Monosit diproduksi pada jaringan limfa dan bersifat fagosit.

Makrofag :Sel multifungsional yang aktif dalam sistem kekebalan untuk melawan bakteri patogen dan dapat diaktifkan dengan menaikkan aktifitas antibakteri.

Fagositosis : Merupakan kegiatan sel berupa pencaplokan partikel. Fagositosis terjadi ketika bakteri menempel pada permukaan sel fagosit (makrofag).

