

**KARAKTERISTIK MICRONUCLEI PADA DARAH IKAN MUJAIR
(*Oreochromis mossambicus*) DI BENDUNGAN KARANGKATES
DAN DI SUNGAI ALOO JAWA TIMUR**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

OLEH :

SITTI MUSLIHA MUHUSINI

NIM : 0510813002



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2011

**KARAKTERISTIK MICRONUCLEI PADA DARAH IKAN MUJAIR
(*Oreochromis mossambicus*) DI BENDUNGAN KARANGKATES
DAN DI SUNGAI ALOO JAWA TIMUR**

LAPORAN SKRIPSI

MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

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

Oleh:

SITTI MUSLIHA MUHUSINI

NIM. 0510813002



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2011

LAPORAN SKRIPSI

KARAKTERISTIK MICRONUCLEI PADA DARAH IKAN MUJAIR
(*Oreochromis mossambicus*) DI BENDUNGAN KARANGKATES
DAN DI SUNGAI ALOO JAWA TIMUR

Oleh:
SITTI MUSLIHA MUHUSINI
NIM. 0510813002

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 20 OKTOBER 2011
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Ir. Putut widjanarko.MP
NIP. 19540101 198303 1 006

Dosen Penguji II

Ir. Mulyanto, MSi.
NIP. 1960031 7198602 1 001

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

DR. Yuni Kilawati, S.Pi, MSi.
NIP. 19730702 200501 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP

DR. Ir. Happy Nursyam, MS
NIP. 19600322 198601 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

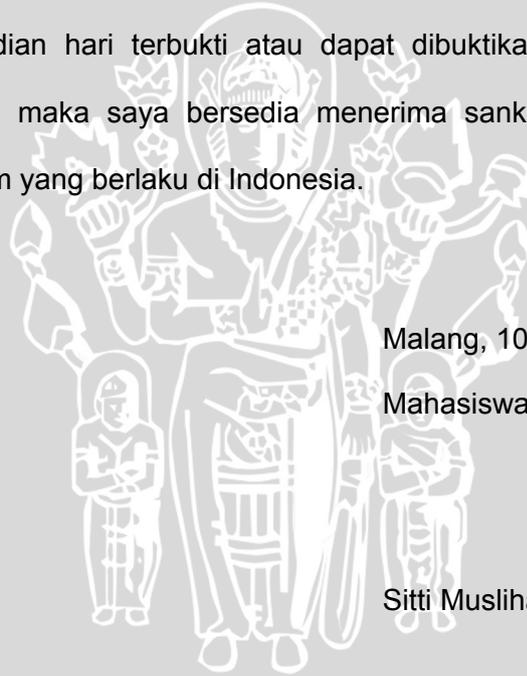
Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 10 Oktober 2011

Mahasiswa

Sitti Musliha Muhusini



RINGKASAN

SITTI MUSLIHA MUHUSINI. Skripsi. Karakteristik Mikronuklei Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Bendungan Karangates dan di Sungai Aloo Jawa timur. (Dibawah bimbingan **PROF. IR. YENNI RISJANI DEA. PhD dan DR. YUNI KILAWATI S.Pi, M.Si**)

Sungai Aloo yang terletak di Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur, Memiliki panjang sekitar 20 km. Sungai Aloo berfungsi sebagai sumber kegiatan ekonomi masyarakat, memiliki peran untuk keperluan domestik bagi penduduk, sebagai mata pencaharian nelayan, irigasi pertanian dan pertambakan. Di daerah aliran sungai Aloo memiliki beberapa sumber pencemar diantaranya limbah domestik, limbah industri, buangan dari pertanian. Sungai ini juga termasuk daerah yang mendapat sumbangan buangan lumpur lapindo brantas dengan demikian beban polutan pada perairan tersebut semakin bertambah, dan dapat menimbulkan permasalahan yang serius yaitu terjadinya pencemaran perairan.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan jumlah eritrosit dari Ikan Mujair yang diambil di sungai Aloo Desa Penatarsewu dan Ikan Mujair yang diambil di perairan yang tidak terkena dampak lumpur PT. Lapindo Brantas yaitu Bendungan Karangates serta mengetahui perbedaan jumlah micronuclei dari Ikan Mujair yang diambil di sungai Aloo Desa Penatarsewu dan Ikan Mujair yang diambil di perairan yang tidak terkena dampak lumpur PT. Lapindo Brantas yaitu Bendungan Karangates.

Penelitian terdahulu mengenai dampak atau efek lingkungan terhadap micronuclei Ikan diantaranya; Ribson seriani (2009) di Brazil meneliti tentang micronuclei ikan di Danau Francisco, Ferbal Ozkan (2009) di Turki meneliti tentang micronuclei Ikan Nila yang tercemar logam berat (Cd), Ivancica Strunjak (2010) di Croasia penelitiannya mengenai micronuclei serta abnormalitas nuclei pada ikan *Hierophis gemonensis* penelitian ini dilakukan selama empat musim: musim peralihan, musim panas, musim gugur dan musim dingin. Penelitian tentang kondisi fisiologis ikan didaerah yang berdekatan terkena Lumpur lapindo masih terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih spesifik.

Salah satu cara untuk mengetahui status kesehatan ikan dengan mengamati Micronucleinya. Micronuclei merupakan kromatin sitoplasmik yang berukuran kecil yang berasal dari pecahan kromosom yang tertinggal pada saat proses pembelahan sel (Anaphase) membentuk struktur menyerupai intisel dengan diameter 1/20 sampai 1/5 lebih kecil dari nukleus inti. Dari identifikasi micronuclei dapat diketahui kerusakan kromosom yang disebabkan oleh

pathogen atau bahan pencemar yang ada dalam perairan, karena tingkat pencemaran pada setiap perairan berbeda beda.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif observasional dengan mengamati jumlah eritrosit dan micronuklei Untuk menunjang data tersebut diatas, indikator fisika dan kima air juga diamati, seperti kadar DO (*Dissolved oxygen*), pH, TSS (*Total Suspended Solid*) suhu, kecerahan, salinitas, COD (*Chemical Oxygen Demand*), phenol dan Timbal (Pb)

Hasil pengamatan total eritrosit pada ikan Mujair dari bendungan Karangates yang tidak terkena lumpur lapindo pada ikan 1 = 1.473.500 sel/mm³, ikan 2 = 1.404.800 sel/mm³ dan ikan 3 = 1.464.400 sel/mm³, Ikan Mujair dari sungai Aloo yang terkena lumpur lapindo mempunyai total eritrosit yang lebih rendah dari pada ikan Mujair yang tidak terkena lumpur lapindo yaitu sebagai berikut: ikan 1 = 1.337.400 sel/mm³, ikan 2 = 1.285.200 sel/mm³, dan ikan 3 = 1.271.400 sel/mm³.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah eritrosit ikan Mujair yang tidak terkena lumpur lapindo dan yang terkena lumpur lapindo. *t* hitung lebih besar daripada *t* tabel 5% atau 4,14 lebih besar daripada 2,78 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Hasil pengamatan mikronuklei pada ikan mujair yang di ambil dari karangkates pada ikan 1 adalah 9/1000 sel, ikan 2 adalah 13/1000 sel, ikan 3 adalah 7/1000 sel sedangkan ikan mujair yang di ambil dari sungai aloo yang terkena aliran lumpur lapindo mempunyai total mikronuklei yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan mujair yang dari karangkates yaitu sebagai berikut ikan 1 adalah 87/1000 sel, ikan 2 adalah 59/1000sel, ikan 3 adalah 61/1000sel.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah mikronuklei ikan mujair yang diambil dari karangkates dan ikan yang di ambil dari sungai aloo. *t* hitung lebih besar daripada *t* tabel 5% atau 6,45 lebih besar daripada 4,30 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*).

Hasil terbentuk lipofuscin pada inti sel; ikan 1 adalah 17/1000 sel, ikan 2 adalah 20/1000 sel, ikan 3 adalah 13/1000 sel sedangkan yang terbentuk seroid pada membran sel yaitu sebagai berikut ikan 1 adalah 3/1000 sel, ikan 2 adalah 7/1000 sel, ikan 3 adalah 6/1000 sel.

Saran yang dapat diberikan kepada pemerintah dan instansi terkait berkenaan dengan penelitian ini adalah perlu dilakukan pengontrolan dosis bahan pencemar yang masuk ke sungai Aloo dengan cara menggunakan kijing atau eceng gondok, mengingat airnya digunakan sebagai sumber air tambak tambak warga yang ada di sekitar

KATA PENGANTAR

Puji syukur patut dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, petunjuk dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini sesuai dengan rencana,

Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini, berbagai pihak telah memberikan masukan serta bantuan yang sangat berarti, maka selayaknya penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada yang terhormat :

1. Ibu Prof.Ir.Yenni Risjani DEA, PhD selaku dosen pembimbing I dan Ibu DR.Yuni Kilawati S.Pi, M.Si selaku pembimbing II yang telah mengarahkan dan membimbing mulai dari awal sampai selesainya skripsi ini.
2. Bapak, Ibu, serta ketiga saudara saya atas kasih sayang, doa dan dukungannya selama ini.
3. Kepada Rekan-rekan MSP angkatan 2005.
4. Dan semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Malang, 11 oktober 2011

Penulis

BAB. 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sungai Aloo yang terletak di kecamatan Tanggulangin, kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. Memiliki panjang sekitar 20 km. Sungai Aloo berfungsi sebagai sumber kegiatan ekonomi masyarakat, memiliki peran untuk keperluan domestik bagi penduduk, sebagai mata pencaharian nelayan, irigasi pertanian dan pertambakan. Di daerah aliran sungai Aloo memiliki beberapa sumber pencemar diantaranya limbah domestik, limbah industri, buangan dari pertanian. Sungai ini juga termasuk daerah yang mendapat sumbangan buangan lumpur lapindo brantas dengan demikian beban polutan pada perairan tersebut semakin bertambah, dan dapat menimbulkan permasalahan yang serius yaitu terjadinya pencemaran perairan.

Bahan pencemar dari domestik, pertanian industri ditambah sumbangan lumpur lapindo mengurangi kualitas air sungai bahkan sempat menimbulkan kegagalan panen ikan dan udang di tambak- tambak desa penatar sewu yang masukan airnya berasal dari sungai Aloo. Kuantitas ikan di sungai menurun dengan bertambahnya bahan pencemar. Menurut Connel (1995), sebagian besar pengaruh dari bahan toksik muncul dalam bentuk biokimiawi, dan sering dihubungkan dengan proses metabolik. Lebih lanjut dijelaskan bahwa logam berat berpengaruh terhadap biota perairan seperti perubahan dalam morfologi atau histologi, fisiologi (pertumbuhan, perkembangan, kemampuan berenang, pernapasan, sirkulasi), biokimia (keadaan kimia darah, kegiatan enzim, endokrinologi), perilaku atau neurofisiologi dan perkembangbiakan

Dalam penelitian ini akan lebih menganalisa dampak pencemaran terhadap biota air yang ada disungai khususnya pengaruhnya terhadap mikronuclei ikan Mujair. Ikan Mujair adalah salah satu organisme perairan yang dapat merespon adanya perubahan lingkungan dan sering digunakan sebagai indikator biologi untuk menilai kualitas perairan karena ikan Mujair ini ditemukan di bendungan karangkates yang diperkirakan kualitas airnya optimal (baik) dan juga masih ditemukan di sungai Aloo yang mendapat masukan limbah dari lumpur lapindo sehingga diperkirakan kualitas air di sungai Aloo menurun, dikhawatirkan akan berpengaruh terhadap kesehatan ikan.

Penelitian terdahulu mengenai dampak atau efek lingkungan terhadap mikronuclei Ikan diantaranya; Seriani *et al* (2011) di Brazil meneliti tentang mikronuclei ikan di Danau Francisco, Ozkan (2009) di Turki meneliti tentang mikronuclei Ikan Nila yang tercemar logam berat (Cd), Strunjak (2010) di Croasia penelitiannya mengenai mikronuclei serta abnormalitas nuclei pada ikan Hierophis gemonensisi penelitian ini dilakukan selama empat musim: musim peralihan, musim panas, musim gugur dan musim dingin. Penelitian tentang kondisi fisiologis ikan yang terkena Lumpur lapindo masih terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih spesifik.

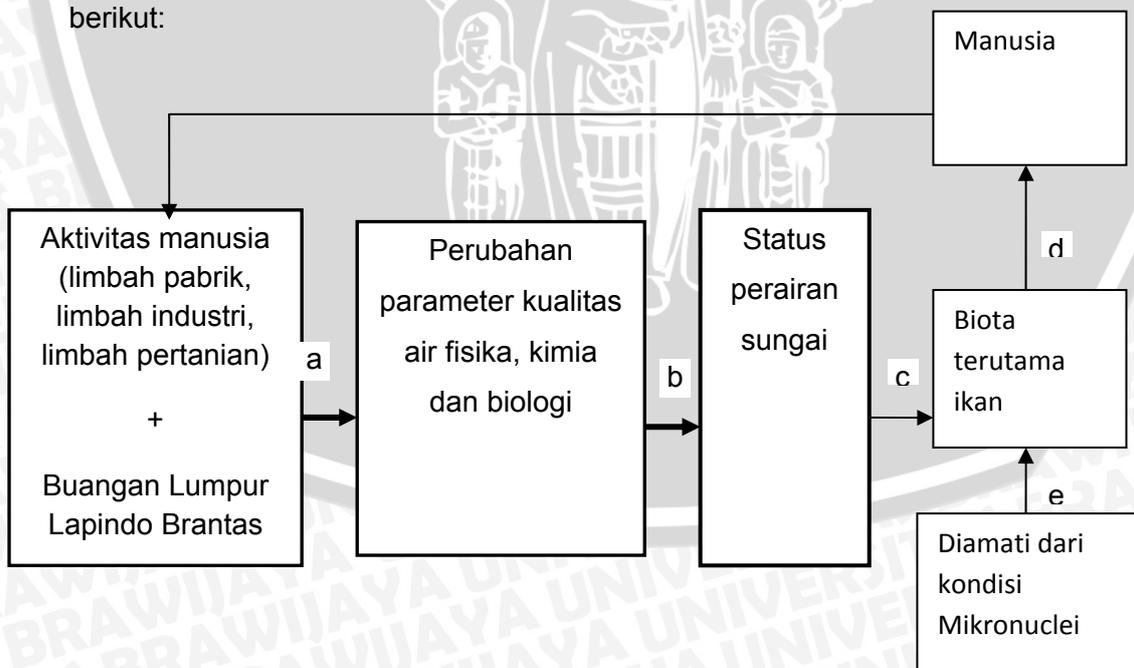
Salah satu cara untuk mengetahui status kesehatan ikan dengan mengamati Mikronucleinya. Mikronuclei merupakan kromatin sitoplasmik yang berukuran kecil yang berasal dari pecahan kromosom yang tertinggal pada saat proses pembelahan sel (Anaphase) membentuk struktur menyerupai intisel dengan diameter $\frac{1}{3}$ dari nukleus inti (Ali *at al*, 2008). Dari identifikasi mikronuclei dapat diketahui kerusakan kromosom yang disebabkan oleh

pathogen atau bahan pencemar yang ada dalam perairan, karena tingkat pencemaran pada setiap perairan berbeda beda.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah masukkan lumpur PT. Lapindo Brantas di Sungai Aloo berpengaruh terhadap kondisi Mikronuclei ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) ?
2. Bagaimana perbedaan kondisi dan jumlah mikronuclei dari ikan Mujair yang diambil di Sungai Aloo dan ikan Mujair yang diambil di perairan yang tidak terkena dampak lumpur PT. Lapindo Brantas yaitu Bendungan Karangates ?

Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat digambarkan melalui diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Perumusan Masalah

Keterangan:

- a. Sungai Aloo dimanfaatkan masyarakat Desa Penatarsewu untuk aktivitas pertambakan dan pertanian. Aktivitas tersebut juga menyumbangkan limbah seperti sisa pupuk, pestisida, sisa pakan untuk budidaya ikan atau udang. Selain itu aktivitas manusia seperti industri, pabrik, domestik, juga menghasilkan limbah cair maupun padat. Limbah-limbah tersebut dengan atau tanpa pengelolaan pada akhirnya akan dibuang ke sungai yang bermuara di laut. Begitu juga dengan buangan lumpur lapindo yang meluap kemudian dibuang langsung ke daerah aliran sungai.
- b. Masuknya limbah pabrik, industri pertanian dan domestik serta ditambah buangan lumpur lapindo brantas akan mengakibatkan perubahan kualitas air baik dari segi fisika (suhu, kecerahan), kimia (pH, karbondioksida, oksigen terlarut dan Total Bahan Organik (TOM)),
- c. Kondisi fisika dan kimia perairan akan mempengaruhi aspek biologi (ikan) perairan yang kemudian akan berakibat pada tidak seimbangnya lingkungan perairan
- d. Dengan mengetahui gambaran Mikronuclei ikan bisa mengetahui dan mengevaluasi status kualitas air sungai
- e. Hal ini bisa digunakan manusia atau pengambil kebijakan untuk pertimbangan dalam kebijakan pembuangan limbah bagi pemerintah,

instansi terkait dan masyarakat sehingga perairan tersebut dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui perbedaan jumlah eritrosit dari Ikan Mujair yang diambil di sungai Aloo Desa Penatarsewu dan Ikan Mujair yang diambil di perairan yang tidak terkena dampak lumpur PT. Lapindo Brantas yaitu Bendungan Karangates.
2. Untuk mengetahui perbedaan jumlah mikronuclei dari Ikan Mujair yang diambil di sungai Aloo Desa Penatarsewu dan Ikan Mujair yang diambil di perairan yang tidak terkena dampak lumpur PT. Lapindo Brantas yaitu Bendungan Karangates.

1.4 Kegunaan penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah :

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

2. Bagi peneliti atau lembaga ilmiah, sebagai sumber informasi keilmuan dan dasar untuk penulisan ataupun penelitian lebih lanjut tentang eritrosit dan mikronuclei ikan yang terkena dampak lumpur lapindo
3. Bagi pihak pemerintah, sebagai informasi dan bahan pertimbangan pembuangan bahan pencemar yang masuk ke sungai yang mempengaruhi populasi ikan mujair.

1.5 Hipotesis

H_0 : Tidak ada perbedaan jumlah eritrosit dan mikronuklei ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Bendungan Karangates dan di Sungai Aloo.

H_1 : Ada perbedaan jumlah eritrosit dan mikronuklei ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Bendungan Karangates dan di Sungai Aloo.

1.6 Tempat dan waktu penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di bendungan Karangates dan Sungai Aloo Desa Penatarsewu Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo serta di Laboratorium Hidrologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Pelaksanaan kegiatan ini dimulai bulan Juli 2011.

Adapun jadwal pelaksanaan dari penelitian Skripsi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jadwal Penelitian Skripsi

No	Uraian Kegiatan	Tahun 2011						
		April	mei	Juni	agus tus	Sep	des	jan
				- juli				

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																			

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Mujair

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan

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*



(a)

(b)

Gambar 2. Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*)
a: sumber Kanbilin.com (2011)
b: ikan hasil penelitian

Ikan Mujair merupakan jenis ikan konsumsi air tawar, bentuk badan pipih dengan warna abu-abu, coklat atau hitam. Ikan ini berasal dari perairan Afrika dan pertama kali di Indonesia ditemukan oleh bapak Mujair di muara sungai Serang pantai selatan Blitar Jawa Timur pada tahun 1939. Ikan mujair mempunyai toleransi yang besar terhadap kadar garam/salinitas. Jenis ikan ini mempunyai kecepatan pertumbuhan yang relatif lebih cepat, tetapi setelah dewasa percepatan pertumbuhannya akan menurun. Panjang total maksimum yang dapat dicapai ikan mujair adalah 40 cm (Sugiarti, 1988).

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 kepunggung
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).

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.

2.1.2. Kepekaan Ikan Terhadap Bahan Pencemar

Menurut Evatona (2011) Indikasi pencemaran air dapat kita ketahui baik secara visual maupun pengujian melalui:

- a. Perubahan pH (tingkat keasaman / konsentrasi ion hidrogen) Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan memiliki pH netral dengan kisaran nilai 6.5 – 7.5. Air limbah industri yang belum terolah dan memiliki pH diluar nilai pH netral, akan mengubah pH air sungai dan dapat mengganggu kehidupan organisme didalamnya. Hal ini akan semakin parah jika daya dukung lingkungan rendah serta debit air sungai rendah. Limbah dengan pH asam / rendah bersifat korosif terhadap logam.
- b. Perubahan warna, bau dan rasa Air normal dan air bersih tidak akan berwarna, sehingga tampak bening/jernih. Bila kondisi air warnanya berubah maka hal tersebut merupakan salah satu indikasi bahwa air telah tercemar. Timbulnya bau pada air lingkungan merupakan indikasi kuat bahwa air telah tercemar. Air yang bau dapat berasal dari limbah industri atau dari hasil degradasi oleh mikroba. Mikroba yang hidup dalam air akan mengubah organik menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau sehingga mengubah rasa.
- c. Timbulnya endapan, koloid dan bahan terlarut endapan, koloid dan bahan terlarut berasal dari adanya limbah industri yang berbentuk padat. Limbah industri yang berbentuk padat, bila tidak larut sempurna

akan mengendap didasar sungai, dan yang larut sebagian akan menjadi koloid dan akan menghalangibahan-bahan organik yang sulit diukur melalui uji BOD karena sulit didegradasi melalui reaksi biokimia, namun dapat diukur menjadi uji COD. Adapun komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari Bahan buangan padat, Bahan buangan organik dan Bahan buangan anorganik.

Ikan sebagai salah satu biota air dapat di jadikan sebagai salah satu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan. Jika di dalam tubuh ikan telah terkandung kadar logam berat yang tinggi yang melebihi batas normal yang telah di tentukan dapat di jadikan sebagai indikator terjadinya suatu pencemaran dalam lingkungan. Kandungan logam berat dalam ikan erat kaitannya dengan pembuangan limbah industry di sekitar tempat hidup ikan tersebut misalnya sungai, danau atau laut. Banyaknya logam berat yang terserap dan terdistribusi pada ikan tergantung pada bentuk senyawa dan konsentrasi polutan, aktifitas mikroorganisme, tekstur sedimen, serta jenis dan unsur ikan yang hidup di lingkungan tersebut (Kemal *et al*, 2007).

Salah satu contoh kasus dengan buangan air pada suatu sungai mengakibatkan ikan Mujjar tidak baik pertumbuhannya, tapi cukup baik untuk ikan lele dan ikan gabus. Berarti daya dukung lingkungan untuk kondisi kehidupan ikan Mujair berbeda dengan daya dukung lingkungan untuk kondisi kehidupan ikan lele dan gabus, Kenapa demikian, tidak lain karena parameter yang terdapat dalam air tidak dapat dinetralisasi lingkungan untuk kehidupan ikan mujair. Ada saatnya makhluk tertentu dalam lingkungan punya kemampuan yang luar biasa beradaptasi dengan lingkungan lain, tapi ada kalanya menjadi

pasif terhadap faktor luar. Jadi faktor daya dukung tergantung pada parameter pencemar dan makhluk yang ada dalam lingkungan.

2.1.3. Komposisi Darah Ikan

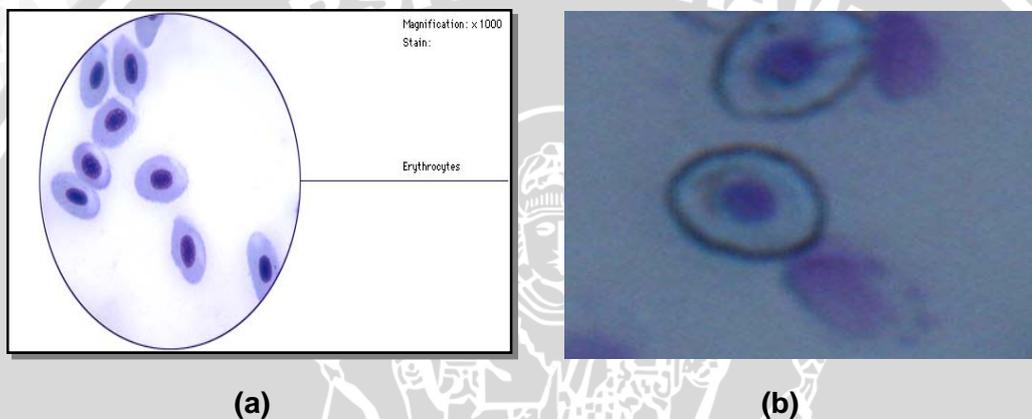
Komposisi darah pada ikan diantaranya Air, yang mencakup 91-92% Protein, sekitar 8-9% yang terdiri dari serum albumin, serum globulin dan fibrinogen, Garam anorganik dalam bentuk ion sekitar 0,9% seperti Anion : Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, I⁻ dan Kation : Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe³⁺, Substansi organik bukan protein, terdiri dari : non protein Nitrogen, misalnya lipid, karbohidrat, glukosa, garam amonium, urea, asam urat, dll, Gas terlarut dalam plasma. Berbagai substansi lain seperti hormon, enzim dan anti toksin. Sel darah ikan memiliki inti yang menonjol dengan jumlah ± 2 juta mm³ dan memiliki ukuran yang cukup konsisten yaitu umumnya sekitar 12x3 mikron dan memiliki sitoplasma yang kecil (Affandi *et al.*, 2005).

2.1.3.1 Eritrosit

Sel darah merah (eritrosit) pada ikan memiliki inti dengan bentuk dan ukuran bervariasi antara satu spesies dan spesies lainnya. Elasmobranchi memiliki sel darah merah yang besar kira-kira 19,7 μ m x 13,8 μ m, beberapa spesies yang lain memiliki sel darah merah berbentuk lonjong dengan diameter 11-14 μ m (Fujaya, 2002).

Sel darah merah (Eritrosit) ikan sebagaimana vertebrata lain, memiliki sel darah merah (eritrosit) berinti dan berwarna merah kekuningan dengan bentuk dan ukuran bervariasi antara satu spesies dengan lainnya. Eritrosit dewasa berbentuk lonjong, kecil dan berdiameter 7-36 mikron tergantung pada spesies

ikannya. Jumlah eritrosit pada masing-masing species juga berbeda, tergantung aktivitas ikan tersebut. Pada ikan yang memiliki aktivitas tinggi seperti ikan predator blue marlin (*Makaria nigricans*) memiliki hematokrit 43% dan mackerel 52,5%, sedangkan pada ikan nototheniid (*Pagothenia bermachii*) hanya 21%. Tiap-tiap mm ikan berkisar antara 20000 s.d. 3000000. Pengangkutan oksigen dalam darah bergantung kepada jumlah hemoglobin (pigmen pernapasan) yang terdapat dalam eritrosit (Affandi *et al.*,2005).



Gambar 3. Sel darah merah (Eritrosit)

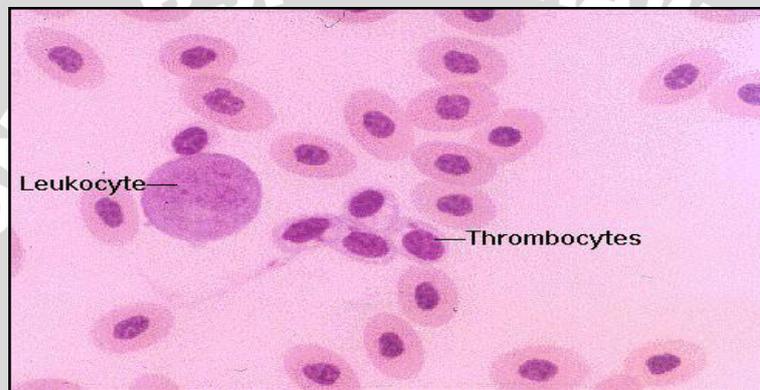
Keterangan :

- a: Sumber (Belibis.Com)
- b: Eritrosit hasil penelitian

Pengangkutan oksigen dalam darah bergantung kepada komponen Fe pada hemoglobin (pigmen pernapasan) yang terdapat di dalam erythrocyte. Kemampuan mengikat oksigen pada tingkat kejenuhan 95%, kandungan besi dalam darah dan jumlah sel darah merah sangat bervariasi bergantung pada stadia hidup, kebiasaan hidup dan kondisi lingkungan (Agung S, 2005).

2.1.3.2 Leukosit

Ikan mempunyai sel leukosit yang cukup banyak antara 137.000/mm³ – 798.000/mm³. Menurut Bijanti (2005), leukosit ikan di bagi menjadi dua bagian besar yaitu granulosit dan agranulosit. Proses pembentukan leukosit pada mamalia terbatas pada sum sum tulang , limfa dan limfnode, sedangkan pada ikan selain pada tempat tempat tersebut juga pada ginjal dan thymus turut berperan dalam proses pembentukan leukosit.

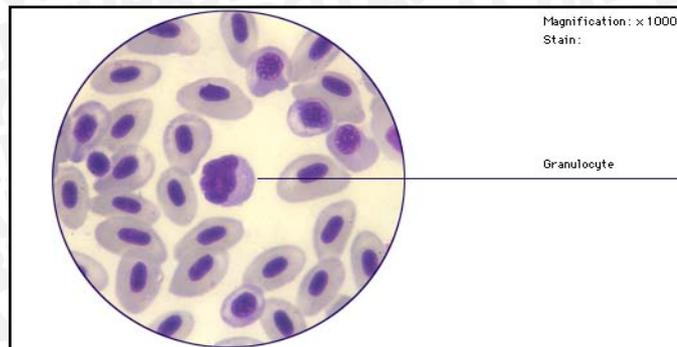


Gambar 4. Leukosit dan Trombosit (Wikipedia.com)

Leukosit ikan di bagi menjadi dua bagian besar yaitu:

1. Granulosit

Pada ikan, granulosit berbentuk sel dari sel embrionik yang dikenal dengan nama granulosit yang terdapat di ginjal. Granulosit terbagi atas tiga tipe yaitu neutrofil, eosinofil, dan basofil. Pada ikan gambaran granulosit yang paling sering di temukan adalah neutrofil dan eosinofil, sementara basofil jarang ditemukan.



Gambar 5. Granulosit (visualsunlimited.com, 2010)

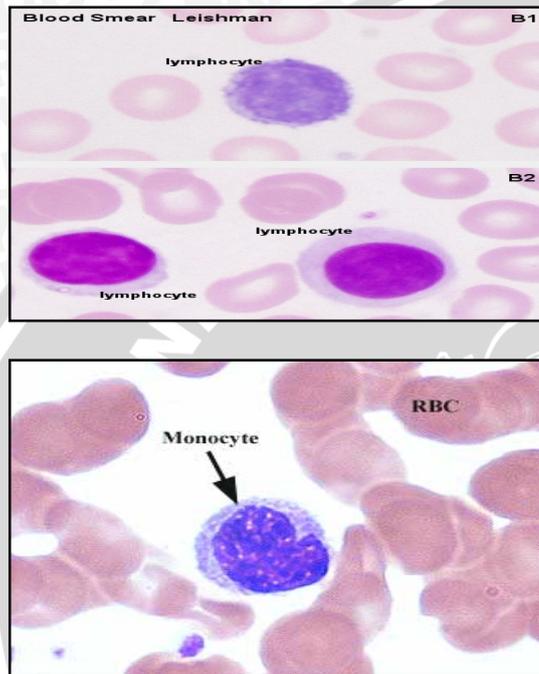
Fungsi utama granulosit adalah respon perlindungan tubuh yang non spesifik melalui proses fagositosis maupun respon sitotoksik. Granulosit bersifat responsive terhadap benda asing yang masuk ke dalam tubuh, tetapi tidak memiliki kemampuan menghasilkan antigen yang spesifik. Sel granulosit yang berfungsi sebagai fagositosis adalah eosinofil dan neutrofil.

Eosinofil merupakan fagosit lemah, yang berfungsi sebagai detoksikasi protein sebelum dapat menyebabkan kerusakan tubuh. Eosinofil masuk ke dalam darah dalam jumlah yang cukup besar bila adanya infeksi benda asing, sedangkan neutrofil dan monosit (kelompok agranulosit) merupakan fagosit kuat. Fagositosis neutrofil dilakukan dengan cara mendekati partikel asing/bakteri dan mengeluarkan pseudopodi ke segala arah sekitar partikel, satu neutrofil dapat memfagositosis 5-20 bakteri sebelum neutrofil tersebut tidak aktif.

2. Agranulosit

Kelompok leukosit agranulosit terdiri dari limfosit dan monosit. Pada ikan, limfosit didapatkan dalam jumlah yang paling banyak di antara jenis leukosit yang lainnya. Limfosit tidak bersifat fagosit tetapi memegang peran penting dalam pembentukan antibody. Limfosit pada ikan dibagi menjadi 2 kelompok yang mempunyai fungsi mirip dengan limfosit T dan limfosit B pada manusia. Fungsi

limposit adalah sebagai mediator respon imun humoral dan seluler. penurunan jumlah limposit dapat menurunkan konsentrasi antibodi dan menyebabkan penurunan pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit. jumlah limposit pada ikan di pengaruhi oleh temperatur dan hormonal.



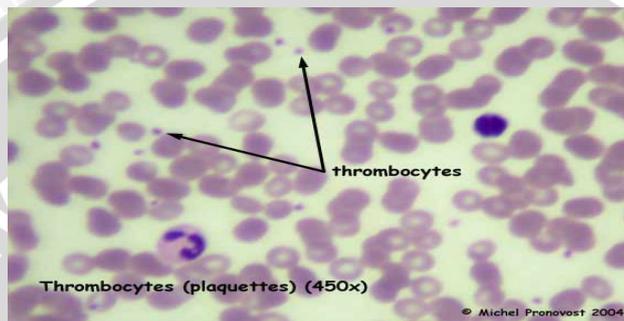
Gambar 6. lymphocyte dan monocyte (visualsunlimited.com, 2010)

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

2.1.3.2 Trombosit

Trombosit pada ikan paling sering ditemukan dalam empat bentuk yaitu oval, spindle, spiked dan fragmented. Fungsi trombosit berperan pada proses hemostatis. Hemostatis merupakan proses pencegahan kehilangan darah bila

pembuluh darah mengalami cedera. Pembekuan darah pada ikan mirip dengan vertebrata yang lain yaitu visokonstriksi pembuluh darah, terbentuknya fibrin dan fibrinogen, agregasi trombosit sebagai penyumbat sementara pada permukaan pembuluh darah yang rusak dan system fibrinolitik yang berfungsi melarutkan bekuan.



Gambar 7. Trombosit (Vázquez dan Guerrero, 2007)

2.2 Bahan Pencemar Lumpur Lapindo

Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan akan bereaksi dengan satu atau lebih komponen lingkungan. Perubahan komponen lingkungan secara fisika, kimia dan biologis sebagai akibat dari bahan pencemar, membawa perubahan nilai lingkungan yang disebut perubahan kualitas. Limbah yang mengandung bahan pencemar akan merubah kualitas lingkungan bila lingkungan tersebut tidak mampu memulihkan kondisinya sesuai dengan daya dukung yang ada padanya, Oleh karena itu penting diketahui sifat limbah dan komponen bahan pencemar yang terkandung (Evanova, 2011).

Bencana ekologis nasional lumpur panas yang terjadi di Kabupaten Sidoarjo Propinsi Jawa Timur dimulai pada tanggal 28 Mei 2006, saat gas beracun dan lumpur panas menyembur di dekat sumur pengeboran di Banjar

Panji-1 milik kegiatan pengeboran PT. Lapindo Brantas, Inc. Perkiraan volume semburan Lumpur antara $\pm 50.000 - 120.000 \text{ m}^3/\text{hari}$. 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 2. Hasil Uji Kualitas Air Lumpur pada Luberan dari Pusat Semburan.

Parameter	Satuan	Hasil uji *
TDS	Mg/lit	91,350
TSS	Mg/lit	226,100
BOD	Mg/lit	259
COD	Mg/lit	600
Phenol	Mg/lit	5,9
ZN	Mg/lit	0,45
Ni	Mg/lit	0,2
Pb	Mg/lit	0,23

*) Hasil uji kualitas air pada pusat semburan lumpur dalam Herawati (2007)

Menurut Herawati (2007) berdasarkan perhitungan perkiraan resiko lumpur lapindo terhadap lingkungan sekitar khususnya di sungai Porong dan sungai Aloo memiliki resiko tinggi untuk membudidayakan ikan air tawar, peternakan atau pengairan sawah mengingat kualitas air yang menurun.

2.2.1 Senyawa Bioaktif

Senyawa biokatif adalah senyawa kimia yang menghasilkan aktifitas biologis dalam tubuh, salah satu contohnya adalah Phenol. Phenol merupakan senyawa organik dari golongan senyawa aromatik yang dirumuskan dengan Rumus kimia : $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$. Sifat phenol yang paling mendasar adalah Sukar larut dalam air. Phenol dalam air limbah biasanya terdiri dari berbagai jenis hidroxy-benzen dan substitusi hydroxy-benzen. Bahan kimia ini ialah jenis yang paling

banyak dijumpai sebagai polutan dalam industri, terutama industri kimia. Kegiatan atau aktivitas rumah tangga, industri dan aktivitas alamiah dapat menghasilkan limbah cair yang mengandung phenol. Konsentrasi standar maksimal yang ditetapkan oleh Depkes. RI untuk phenol adalah 0,001mg/l sebagai konsentrasi maksimal yang dianjurkan dan 0,002 mg/l untuk konsentrasi maksimal yang diperbolehkan.

Phenol dalam berbagai cara masuk ke dalam tubuh organisme dan mempunyai pengaruh yang buruk, karena phenol merupakan racun protoplasma (sel darah) atau bersifat racun terhadap sel-sel lainnya (Budi, 2008).

Menurut nahed dan Saad (2008) phenol menyebabkan efek toksik bagi ikan berpengaruh pada genotoksik, immunotoxic, hematologi dan efek fisiologis. Lebih lanjut di jelaskan pengaruh phenol pada ikan bias di lihat pada jumlah mikronuclei yang terbentuk pada sel darah merah, jumlah mikronuclei pada ikan berbanding lurus dengan jumlah phenol dalam perairan, sehingga hal ini menghambat pertumbuhan ikan di karenakan laju metabolisme phenol lebih tinggi mengakibatkan ikan lebih mengalokasikan energi untuk pemulihan.

2.2.2 Logam Berat

Menurut Connell and Gregory (1995), terdapat beberapa jenis unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah

Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain.

Timbal merupakan salah satu logam berat non esensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup. Racun ini bersifat akumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup. Timbal terdapat dalam air karena adanya kontak antara air dengan tanah atau udara yang tercemar timbal, air yang tercemar oleh limbah industri atau akibat korosi pipa (Ulfin, 1995 dalam Muchyiddin dan Purnomo, 2007).

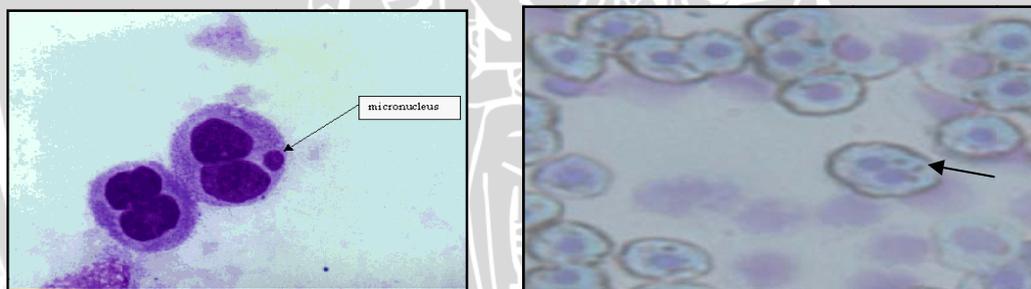
Menurut Ratmini (2009) pada perairan tawar bentuk Pb paling umum dijumpai adalah timbale karbonat, kompleks timbal organik dan bentuk ion logam bebas jumlahnya sedikit. Penurunan pH air menyebabkan daya racun logam berat semakin besar, kesadahan tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat karena akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap didasar perairan. Lebih lanjut dijelaskan keracunan Pb dapat menghambat reaksi enzim, memperpendek umur sel darah merah dan meningkatkan kandungan zat besi (Fe) dalam plasma darah.

2.3 Mikronuclei (MN)

Perkembangan teknologi yang pesat dewasa ini telah mengakibatkan pencemaran lingkungan yang makin berat. Sejalan dengan itu maka perlu dilakukan suatu penelitian tentang respon biologic dan xenobiotic atau senyawa

yang bersifat racun untuk dapat memahami efeknya terhadap organisme khususnya ikan.

Mikronuclei adalah kromatin sitoplasmik yang berukuran kecil yang berasal dari pecahan kromosom yang tertinggal pada saat proses awal pembelahan sel (Anaphase). Dari identifikasi mikronuklei dapat diketahui kerusakan kromosom yang disebabkan oleh pathogen atau bahan pencemar yang ada dalam perairan, karena tingkat pencemaran pada setiap perairan berbeda beda. pada tahap telophase fragmen kromosom atau massa kromatin dalam sel akan tertinggal pada sitoplasma membentuk struktur menyerupai intisel dengan diameter $1/20$ sampai $1/5$. Diameter inti ini yang dinamai mikronuclei, jadi terbentuknya MN pada sel merupakan indikasi terjadinya aktifitas mutagenik yang merusak kromosom.



Gambar 8. Mikronuclei (Ali,F,2008)

Untuk penilaian dari mikronuclei, kriteria berikut diadopsi dari Ali, *et al* (2003). Diameter MN harus kurang dari satu sepertiga dari utama inti. MN harus dipisahkan dari atau sedikit tumpang tindih dengan inti utama selama ada jelas identifikasi batas nukleus. MN harus memiliki pewarnaan yang sama sebagai inti utama.

2.3.1 Peran Mikronuclei

Menurut Schroder (1966) untuk pertama kalinya penelitian tentang Micronuclei dilakukan pada hewan mamalia, ternyata penelitian yang sama bisa dilakukan pada ikan. Identifikasi mikronuclei merupakan salah satu metode untuk mendeteksi status kesehatan pada ikan.

Menurut Moyle dan Cech (1988) kerusakan sel darah merah akan menyebabkan gangguan dalam transport darah ke jaringan sehingga dapat menghambat proses metabolisme keadaan tersebut menyebabkan keseimbangan energi keseluruhan dapat terganggu yang selanjutnya dapat mempengaruhi keseimbangan energi yang akan dimanfaatkan untuk pengaturan suhu tubuh, pemeliharaan (maintenance), aktifitas maupun untuk pertumbuhan.

Dengan melakukan uji mikronuclei kita dapat mengetahui kerusakan kromosom yang terjadi pada ikan yang disebabkan oleh pathogen atau bahan pencemar yang ada dalam perairan, karena tingkat pencemaran pada setiap perairan berbeda beda. Semakin tinggi jumlah mikronuklei berarti semakin banyak polutan yang ada di perairan tersebut.

2.3.2 Mekanisme Penyerapan Bahan Pencemar Oleh Darah

Kemampuan biota mengakumulasi zat dari mediumnya dinyatakan dengan faktor bioakumulasi, yaitu perbandingan kandungan zat dalam biota terhadap kandungan zat dalam mediumnya. Menurut Cornell Des W., (1990) dalam Haryoto dan Wibowo, (2004) mekanisme perlindungan ini melibatkan pembentukan kompleks-kompleks logam dengan protein dalam sel, sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu aktivitasnya. Pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel,

karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam.

Menurut Purves (1977) dalam Wahyuni (2001), cara penyerapan logam berat pada ikan menyerap logam berat melalui insang, kemudian ditransfer melalui darah ke ginjal. Logam berat dalam bentuk anorganik disimpan dalam jaringan kemudian ditransfer ke ginjal kemudian diekskresikan, sedangkan logam organik tidak diekskresikan, tetapi terakumulasi dalam jaringan otot.

Menurut Simkiss and Mason (1983) dalam Shindu (2005) logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh biota secara umum melalui tiga cara yaitu:

1. Endositas, dimana pengambilan partikel dari permukaan sel dengan membentuk wahana perpindahan oleh membrane plasma. Proses ini seperti halnya berperan dalam pengambilan logam berat dalam bentuk tidak terlarut
2. Diserap dari air, 90% kandungan logam dalam jaringan berasal dari penyerapan oleh sel epitel insang. Insang diduga sebagai organ yang menyerap logam berat dari air.
3. Diserap dari makanan dan sedimen penyerapan logam berat dari makanan dan sedimen oleh biota bergantung pada strategi mendapatkan makanan.

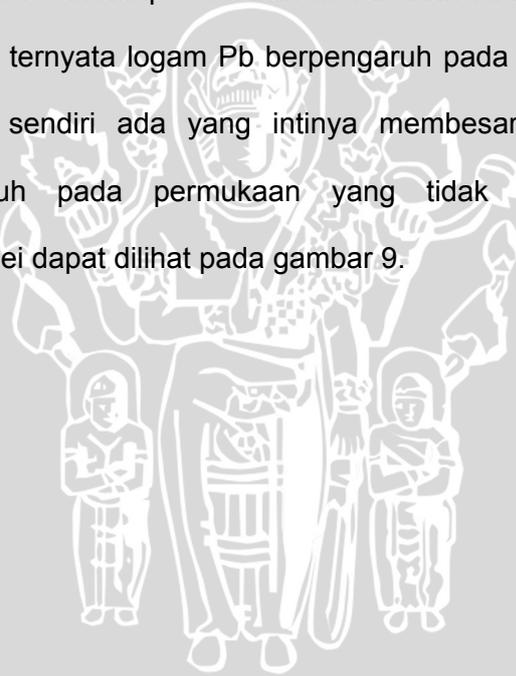
2.3.3 Respon Mikronuclei Terhadap Bahan Pencemar Phenol dan Pb.

Menurut Seville (2000) bahan toksik yang ada dalam tubuh organisme akan menimbulkan penyimpangan sitogenetika. Salah satunya adalah sel darah merah. Pengaruh nyata bahan toksik adalah timbulnya Fragment Acentrik (AF) yang merupakan benang kromosom yang tidak memiliki sentromer. Pada tahap

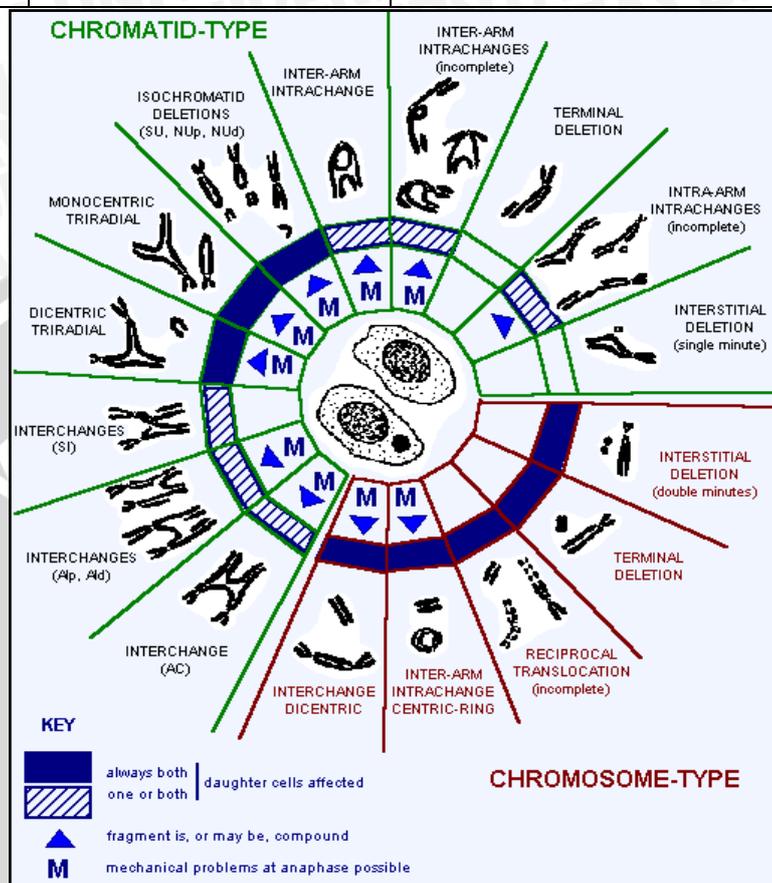
ini terjadi pemisahan, Kumpulan dari benang kromosom yang tidak ikut pada tahap pembelahan akan membentuk inti yang berukuran kecil yang dinamakan dengan Mikronuclei (MN).

Mekanisme diatas tidak konstan karena tipe sel tiap spesies berbeda-beda. Hal ini di pengaruhi oleh dosis polutan, waktu, usia/umur spesies serta ukurannya. Dengan adanya MN akan menyebabkan delay mitosis (gangguan/penundaan pembelahan) dan kematian sel.

Menurut Ferraro *et al*, (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pengaruh logam berat Pb terhadap sel darah merah ikan *H. malabaricus* selain munculnya Mikronuclei ternyata logam Pb berpengaruh pada morfologi / bentuk sel darah merah itu sendiri ada yang intinya membesar, ada juga yang menimbulkan pengaruh pada permukaan yang tidak rata. mekanisme terbentuknya Mikronuclei dapat dilihat pada gambar 9.



No	Spesies	Perlakuan	Hasil (satuan/1000 sel)	sumber
----	---------	-----------	-------------------------	--------



Gambar 9. Mekanisme Terbentuknya Mikronuklei (Savage,2000)
 Ket: gambar diatas menunjukkan pembentukan mikronuklei pada manusia

Fragmen asentrik (AF) merupakan penyimpangan structural kromosom yang dapat membentuk mikronuklei (MN). AF yang terbentuk lebih dari satu kromosom pada tahap anaphase, hal ini menyebabkan ketidak seimbangan genetic dan kematian sel utama tergantung pada tahap sel dalam siklus ketika terkena toksik. Hasil hasil penelitian yang membahas mikronuclei dapat dilihat pada Tabel 3.

1	<p><i>Oreocromis niloticus</i> (ikan Nila)</p>	<p>Dicemari logam Cadmium (Cd) dengan dosis yang berbeda</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Negatif kontrol frekuensi Microuclei (MN) sangat rendah 0-2 • Positif kontrol dengan penambahan zat chyclophosphamid frekuensi MN antara 5-20 • Penambahan Cd 0,5mg/L frekuensi MN 1-17 • Penambahan Cd 1mg/L frekuensi MN 3-17 	<p>Ozkan <i>et al</i> (2009)</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cyphocharax</i> • <i>Prochilodus</i> • <i>Hoplias</i> 	<p>Ikan pada perairan umum (Danau Santander) yang dicemari oleh sisa endapan pertambangan Emas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pada ikan <i>cyphocharax magdalenae</i> frekuensi MN 1,23 • Pada ikan <i>Prochilodus magdalenae</i> frekuensi MN 0,61 • Pada ikan <i>Hoplias malabaricus</i> frekuensi MN 2,5 • Pada ikan <i>Pimelodus blochii</i> frekuensi MN 0,57 • Pada ikan <i>Caquetaia krausii</i> frekuensi MN 0,46 	<p>Palacio <i>et al</i>, (2009)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pimelodus blochii</i> • <i>Caquetaia krausii</i> 			
3	<i>Hierophis gemonensis</i>	Perlakuan di perairan yang diduga dicemari limbah pabrik textil diantaranya hidrokarbon (piren, naphtaline, naptoflavon) dan logam berat (Cadmium dan mercury)	<ul style="list-style-type: none"> • Perlakuan pada ikan Jantan frekuensi MN $0,03 \pm 0,03$ • Perlakuan pada ikan Betina frekuensi MN $0,02 \pm 0,03$ 	Strunjak <i>et al</i> (2010)
4	<i>Cyprinus carpio</i> (ikan bandeng)	Di cemari Methil (CH ₃) dengan dosis yang berbeda	<ul style="list-style-type: none"> • Perlakuan 1,25 ppm total MN 51 sel dari 1400 yang di identifikasi • Perlakuan 2,50 ppm total MN 40 • Perlakuan 5,00 ppm total MN 72 • Perlakuan 7,50 ppm total MN 168 	Cesar dan antonio (1995)
5	<i>Bathygobius soporator</i>	Perlakuan di perairan umum (laut tropis). Pengambilan sampel di 3 lokasi, Stella mares, Boa viagem, Penha.	<ul style="list-style-type: none"> • Stella mares frekuensi MN 6,63 • Boa viagem frekuensi MN 17,47 • Penha frekuensi MN 15,53 	Golindo dan lilia (2009)
6	<i>P. argentus</i> <i>P. maculatus</i> <i>M. micans</i>	Perlakuan di sungai Fransisco pada musim panas dan musim salju	<ul style="list-style-type: none"> • Pada musim panas <ul style="list-style-type: none"> • <i>P. Argentus</i> frekuensi MN $0,7 \pm 0,4$ dari 2000 sel • <i>P. Maculatus</i> frekuensi MN $0,1 \pm 0,04$ • <i>M. Micans</i> frekuensi MN $0,7 \pm 0,3$ • Pada musim salju <ul style="list-style-type: none"> • <i>P. Argentus</i> frekuensi MN $0,7 \pm 0,3$ dari 2000 sel • <i>P. Maculatus</i> frekuensi MN $0,2 \pm 0,1$ 	Seriani <i>et al</i> (2011)

Pada Tabel 3 perlakuan pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan logam Cadmium (Cd) dengan dosis yang lebih banyak frekuensi MN semakin tinggi. Menurut pendapat Mason (1992) yang menyatakan bahwa pengaruh suatu toksikan terhadap organisme tergantung pada konsentrasi dan lamanya kontak organisme dengan bahan tersebut. Perlakuan Penambahan chyclophosphamid dalam penelitian ini menunjukkan peningkatan jumlah frekuensi MN yang paling tinggi antara 5-20. Menurut Muryanto (2007) cyclophosphamid merupakan senyawa yang hampir mirip dengan Endosulfan yang biasanya di temukan pada pupuk pertanian. Zat ini menimbulkan kerusakan DNA permanen da menimbulkan efek yang lebih luas terhadap jaringan yang sedang membelah. Dalam hal ini pada saat tahap pembelahan (anaphase) sel darah merah terkontaminasi chyclophosphamid, maka semakin tinggi frekuensi terbentuknya micronuclei.

Perlakuan pada ikan *Hierophis gemenensis* diduga tercemari senyawa hidrokarbon salah satunya Piren. Piren merupakan senyawa prokarsinogen kuat. Senyawa ini dijumpai di lingkungan sebagai hasil pirolisis lemak atau sebagai hasil proses pembakaran yang tidak sempurna, seperti pada daging panggang, sate, makanan yang di asap-asap rokok dan asap kendaraan bermotor. Diduga menyebabkan kerusakan kromosom yaitu terjadi aberasi atau terbentuk patahan patahan kromosom.

Perlakuan pada ikan Bandeng (*Cyprinus carpio*) diduga dicemari methyl yang merupakan gugus aksil dari metana (CH_3). Menurut Mulyono dkk (1999)

Senyawa ini merupakan senyawa organik yang mempunyai sifat racun. Bila mencemari perairan dapat membuat rasa dan bau tidak sedap, dan pada nilai konsentrasi tertentu dapat menyebabkan kematian organisme di perairan tersebut. Di lingkungan industri migas, fenol banyak ditemukan di dalam air buangan kilang. Dilihat dari hasil penelitian Semakin tinggi konsentrasi methyl yang ada dalam bak bak percobaan semakin tinggi pula frekuensi MN yang ditemukan pada sel eritrosit. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut semua biota uji tidak mampu mentolerir pengaruh buruk methyl dan mengalami kerusakan sel darah merah hingga hampir keseluruhannya.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gambaran micronuclei dari Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang terdapat di Sungai Aloo Desa Penatarsewu yang telah tercemar oleh lumpur lapindo dan ikan Mujair yang diambil di perairan yang tidak terkena dampak lumpur PT. Lapindo Brantas yaitu Bendungan Karangates.

3.2 Metode Penelitian

Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif observasional dengan menggunakan teknik sampling acak. 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 Metode Analisa 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 micronuclei ikan Mujair di sungai Aloo Desa Penatarsewu dilakukan sebanyak 1 kali dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Sedangkan sampel ikan Mujair sehat yaitu diambil dari perairan bendungan Karangates dengan menggunakan metode dan pengulangan yang sama.

Untuk menunjang data tersebut diatas, indikator fisika dan kima air juga diamati, seperti kadar DO (*Dissolved oxygen*), pH, TSS (*Total Suspended Solid*) suhu, kecerahan, salinitas, COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan phenol.

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 Darah Ikan

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 bisa 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 insulin 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 Pengamatan Sel Darah Ikan

Setelah dilakukan pengambilan darah selanjutnya dilakukan persiapan pengamatan darah ikan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Contoh darah diambil satu tetes dan diletakkan di atas obyek gelas dan dibuat hapusan darah ditunggu hingga keringkan kemudian diberi methanol.
2. Hapusan darah yang telah kering kemudian diberi pewarna yaitu giemsa sebanyak kemudian dibuat hapusan dan dibiarkan selama ± 20 menit agar warna terserap.
3. Setelah 20 menit, kemudian dicuci dengan menggunakan air mengalir dan kemudian dikeringkan.
4. Preparat diamati di bawah mikroskop.

3.4.3 Penghitungan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Peralatan yang digunakan adalah pipet eritrosit ukuran 11 μL , cover glass, kamar hitung Neubauer, Mikroskop cahaya, Counter. Bahan yang digunakan

adalah sample darah ikan Mujair, Natrium citrate 3,8% (anti koagulan) dan larutan hayem.

Prosedur kerja: darah ikan yang telah dicampur dengan anti koagulan di ambil dengan pipet eritrosit sebanyak 0,5 μL kemudian diencerkan dengan larutan hayem dalam pipet eritrosit sampai menunjukkan angka 11 μL . setelah itu darah yang telah tercampur dikocok hingga homogen dalam pipet tersebut kemudian campuran tersebut diambil sedikit (20 μL) dan dimasukkan dalam kamar hitung improved Neubauer dan ditutup dengan cover glass, sebelum memasukkan ke dalam improved Neubauer terlebih dahulu dibuang 2 tetes dimaksudkan agar larutan yang diambil benar benar yang telah homogen. Dengan menggunakan mikroskop cahaya banyaknya dihitung jumlah eritrosit pada semua kotak eritrosit.

- Penghitungan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Mikroskop diletakan pada meja yang datar, lensa kondensor diturunkan atau diafragma dikecilkan, fokus diatur dahulu dengan memakai lensa obyektif 10X, diatur sehingga gambaran kamar hitung bujur sangkar dengan garis batasnya serta distribusi sel darah merah tampak jelas. Selanjutnya lensa obyektif di ubah 45X dengan hati hati dan sel darah merah dihitung pada kotak bujur sangkar kecil (warna merah), sel yang menyinggung garis batas sebelah kiri atau garis atas haruslah dihitung, sedangkan sel yang menyinggung garis batas sebelah kanan atau garis bawah tidak boleh dihitung (Bijanti, 2005).

Jumlah eritrosit dihitung dengan menggunakan rumus:

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

3.4.4. Pengamatan Micronuclei pada Darah Ikan

Pengamatan Micronuclei pada darah ikan prosedurnya sebagai berikut:

1. Contoh darah diambil satu tetes dan diletakkan diatas obyek gelas dan dibuat hapusan darah ditunggu hingga keringkan kemudian diberi methanol.
2. Hapusan darah yang telah kering kemudian diberi pewarna yaitu giemsa sebanyak kemudian dibuat hapusan dan dibiarkan selama \pm 20 menit agar warna terserap.
3. Setelah 20 menit, kemudian dicuci dengan menggunakan air mengalir dan kemudian dikeringkan.
4. Preparat diamati di bawah mikroskop.
5. Sel eritrosit yang akan diamati micronucleinya adalah sebanyak 1000 sel.
6. Pada sel eritrosit diamati nukleusnya(inti), perhatikan ada inti sel yang terpisah ukurannya lebih kecil 1/3 dari inti normal.
7. Diamati tiap sel dan dihitung frekuensi micronuclei dengan menggunakan rumus (palacio *et al*, 2009) :

$$\text{Frekuensi Micronuclei} = \frac{(\text{NO.sell Micronuclei}) \times (1000)}{\text{Total sel yang dihitung}}$$

3.5. Metode Parameter Fisika dan Kimia

3.5.1 Suhu

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

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

3.5.3 Pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran DO menggunakan metode *winkler*. Pengambilan air sampel menggunakan botol DO yang dimasukkan ke dalam *water sampler*. Selang dari tutup *water sampler* dimasukkan ke mulut botol DO. Kemudian *water sampler* dimasukkan ke dalam perairan sampai terdengar suara “blup” dari selang yang berarti air pada botol DO sudah terisi penuh. Kemudian angkat *water sampler* dari dalam air dan dibuka tutupnya. Kemudian tutup botol DO saat masih didalam tabung *water sampler*. Setelah itu botol DO dikeluarkan dari *water sampler* dan buka tutup botol dan tambahkan 2 ml $MnSO_4$ untuk mengikat oksigen dan 2 ml $NaOH+KI$ untuk membentuk endapan coklat dan melepas I_2 . Lalu di bolak-balik sampai terbentuk endapan coklat dan ditunggu ± 30 menit. Kemudian buang filtrat cair bening yang berada di atas endapan. Endapan coklat yang tersisa diberi 1-2 ml H_2SO_4 pekat untuk mengikat I_2 dan manjadikan 2 NaI . Lalu dihomogenkan sampai endapan larut. Setelah itu ditetesi 3-4 tetes amylum untuk pengkondisian suasana basa dan dititrasi dengan Na -thiosulfat ($N_2S_2O_3$) 0,025 N untuk mengikat I_2 sampai jernih atau tidak berwarna untuk pertama kali. Dicatat ml Na -thiosulfat yang terpakai dengan rumus :

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{V \text{ (titran)} \cdot N \text{ (titran)} \cdot 8 \cdot 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$

3.5.4 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH menggunakan pH *paper*. Dicelupkan bagian lakmus dari pH *paper* kedalam perairan dan ditunggu ± 2 menit, lalu diangkat dan dikibaskan agar kering dan terlihat jelas perubahan warna pH *paper* dan dicocokkan dengan warna pada kotak standart kemudian dicatat hasilnya

3.5.5 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 :

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

Keterangan : A: Berat kertas saring berisi residu tersuspensi (mg)

B: Berat kertas saring kosong (mg)

3.5.6 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

3.5.7 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

- a. Air sampel diambil sebanyak 10 ml.
- b. Memasukkan air sampel tersebut ke dalam cuvet sebanyak 3 ml.
- c. Menambahkan 0,006 g HgSO_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 $C_{12}H_8N_2$ sebagai indikator.
- j. Mentitrasi sampel dengan larutan $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$
- 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 :

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

Keterangan : V = Volume sampel

3.5.8 Pb (Timbal)

Menurut Nieuwenhuize (1985) dalam Kiswara (1992) prosedur pengukuran logam berat untuk sampel cair adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan sampel air ke dalam beakerglass 50 ml
2. ditambahkan HNO_3 encer 2,5 N sebanyak 10 – 15 ml,
3. dipanaskan sampai mendidih
4. kemudian disaring ke dalam labu ukur dan
5. tambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok sampai homogen

6. Selanjutnya dianalisa menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) dengan panjang gelombang 283,3 nm.

Pengukuran konsentrasi logam berat timbal (Pb) dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Prosedur pengukuran logam berat timbal menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) atau Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Metode Spektrofotometer Serapan Atom tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Metode ini sangat tepat untuk analisa zat pada konsentrasi rendah dan logam-logam yang membentuk campuran kompleks (Khopkar, 1990).

SSA digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah renik karena mempunyai kepekaan tinggi. Cara analisis dengan alat ini akan didapatkan kadar total unsur dalam cuplikan. Untuk analisis suatu logam tertentu dapat dilakukan dengan campuran unsur-unsur lain tanpa dilakukan pemisahan terlebih dahulu (Day dan Underwood, 1990).

3.6 Analisa Data

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 6.

Penelitian ini menggunakan uji dua arah karena hasil uji menentukan apakah terdapat perbedaan gambaran imunologi pada sungai yang terdampak lumpur Lapindo dan sungai yang tidak terdampak.

Menurut Sudjana (2002), untuk menguji kesamaan dua pihak jika nilai σ tidak diketahui maka statistik yang digunakan adalah:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

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

Kriteria pengujian adalah:

Terima H_0 jika $-t_1 - \frac{1}{2}\alpha < t < t_1 - \frac{1}{2}\alpha$, dimana $t_1 - \frac{1}{2}\alpha$ didapat dari daftar distribusi t dengan db = $(n_1 + n_2 - 2)$ dan peluang $(1 - \frac{1}{2}\alpha)$. Untuk harga-harga t lainnya H_0 ditolak.

BAB. IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi penelitian

4.1.1 Keadaan umum Bendungan Karangates

Waduk Karangates terletak \pm 32 km selatan Kota Malang ke arah Blitar, tepatnya di Desa Karangates, Kecamatan Sumberpucung, Kabupaten Malang Jawa Timur. Waduk Karangates merupakan salah satu perairan tergenang yang mendapat masukan air secara terus menerus dari sungai-sungai yang ada di sekitarnya. Keberadaan waduk yang berada di sekitar pemukiman seringkali mendapat masukan luar yaitu adanya masukan dari limbah domestik maupun masukan dari sisa pupuk pertanian. Dari limbah domestik dan sisa-sisa pupuk pertanian tersebut menyebabkan terjadinya penurunan kualitas fisika dan kimia perairan.

Menurut Kartini (2010) hasil analisis kualitas air sebagai berikut suhu di perairan berkisar 27-30° C dengan kecerahan yang ada di waduk Karangates sebesar 55-78,5 cm. pH perairan menunjukkan pH yang cukup tinggi berkisar antara 8-9, Kandungan karbondioksida bebasnya 0 Mg/L. kandungan nitrat berkisar antara 0,015-0,168 Mg/L. secara umum kondisi perairan waduk Karangates layak untuk kelangsungan hidup organisme yang ada.

4.1.2 Keadaan umum sungai Aloo

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 Alo 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 10. Tempat pengambilan ikan yang terkena lapindo

4.2 Morfologi Ikan Mujair

Ikan Mujair yang diamati adalah ikan yang berasal dari sungai Aloo (yang terkena dampak lumpur lapindo) dan ikan Mujair yang berasal dari bendungan

Karangkates (yang tidak terkena dampak lumpur lapindo), masing-masing berjumlah 3 ekor. Masing-masing memiliki ukuran yang berbeda. Berikut ukuran *Total Length* (TL) ikan Mujair yang diukur dari bagian teranterior sampai bagian terposterior dari tubuh ikan.

Tabel 4. Ukuran TL (*Total Length*) Ikan Mujair

Ikan	TL (cm)	Ikan	TL (cm)
A1	19	B1	20
A2	17,5	B2	19
A3	15	B3	15

Keterangan :

- A : Ikan gabus dari sungai Aloo
- B : Ikan gabus dari bendungan Karangkates



(A)



(B)

Gambar 11. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang diamati ; (A) ikan dari sungai Aloo yang terkena dampak lumpur lapindo; (B) ikan dari bendungan Karangkates yang tidak terkena dampak lumpur lapindo.

Morfologi ikan Mujair yang diambil dari bendungan Karangkates dan ikan Mujair yang diambil dari sungai Aloo yang terkena aliran lumpur lapindo terlihat memiliki perbedaan. Ikan Mujair yang tidak terkena lumpur lapindo yakni dari bendungan Karangkates terlihat memiliki sisik yang masih mulus, warna cerah, dan gerakan yang aktif. Hal ini sesuai dengan Griefishery (2010), ciri ciri ikan

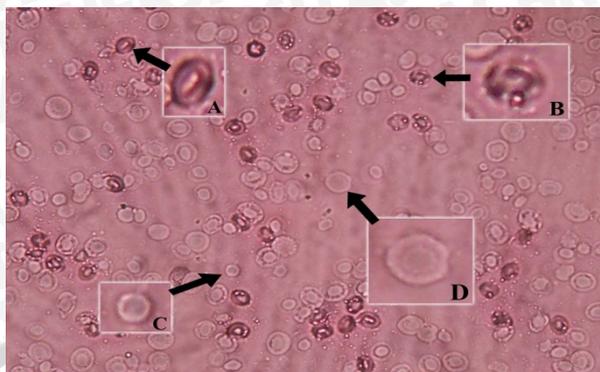
yang sehat adalah Organon-visus (mata) jernih dan cerah, kulit sedikit berlendir, gerak refleks baik, gerakan, warna ikan cerah, bagian ventral (perut) tubuh mendatar, bagian caudal (ekor) horizontal atau terangkat keatas, pinna caudalis mengembang seperti kipas. Sedangkan ikan Mujair yang terkena lumpur lapindo yang berasal dari sungai Aloo memiliki warna tubuh yang lebih pudar, sisik – sisik gampang lepas. Menurut Irianto (2005), kulit merupakan penghalang fisik terhadap perubahan lingkungan serta serangan patogen dari luar tubuh.

Berdasarkan dari pengamatan kondisi eksternal dari ikan tersebut, dapat disimpulkan bahwa ikan yang diambil dari sungai Aloo yang terkena aliran lumpur lapindo terdapat dalam kondisi sakit (stres) dibanding ikan yang di ambil dari bendungan Karangates 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 dari fisiologis dari organisme air yang tinggal di perairan tersebut.

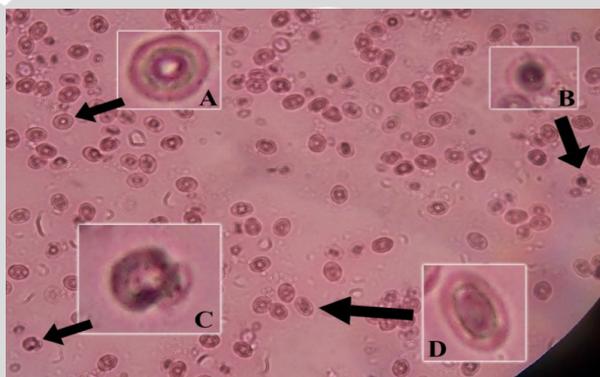
4.3 Kondisi Micronuclei Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

4.3.1 Total Eritrosit

Sel eritrosit pada ikan berbentuk lonjong, elips atau bulat oval, membran sel terbatas jelas dan inti terletak di tengah sebagaimana terlihat pada gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12. Penampang sel darah ikan di sungai Aloo (tanda panah): A.) eritrosit, B.) neutrofil, C.) limfosit, D.) monosit. (Perbesaran 400x)



Gambar 13. Penampang sel darah ikan di bendungan Karangates (tanda panah): A.) monosit, B.) limfosit, C.) neutrofil, d.) eritrosit (Perbesaran 400x)

Hasil pengamatan total eritrosit pada ikan Mujair dari bendungan Karangates yang tidak terkena lumpur lapindo pada ikan 1 = 1.473.500 sel/mm³, ikan 2 = 1.404.800 sel/mm³, dan ikan 3 = 1.464.400 sel/mm³, Ikan Mujair dari sungai Aloo yang terkena lumpur lapindo mempunyai total eritrosit yang lebih rendah dari pada ikan Mujair yang tidak terkena lumpur lapindo yaitu sebagai berikut: ikan 1 = 1.337.400 sel/mm³, ikan 2 = 1.285.200 sel/mm³, dan ikan 3 = 1.271.400 sel/mm³.

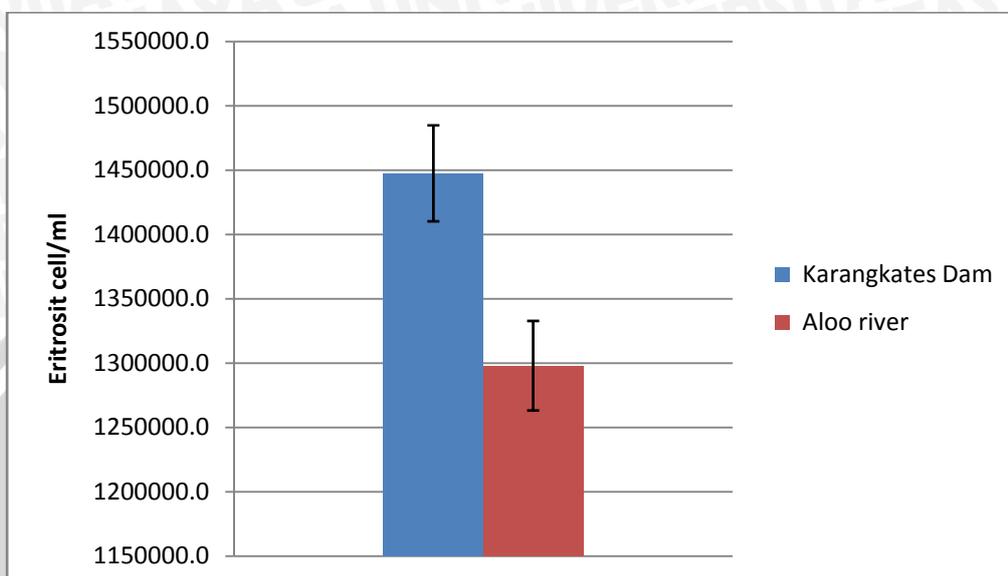
Berdasarkan dari pengamatan jumlah total eritrosit dari ikan Mujair yang diambil dari sungai Aloo dan ikan mujair yang di ambil dari bendungan Karangates didapatkan bahwa total eritrosit ikan Mujair yang diambil dari sungai Aloo memiliki jumlah total eritrosit yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ikan Mujair yang tidak terkena lumpur lapindo.

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

Sel eritrosit mempunyai komponen penyusun yang sangat banyak apabila tiap komponen ini mengalami gangguan maka akan menyebabkan kerusakan sel eritrosit tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Tingkat kerusakan dapat terjadi pada tingkat membran sel itu sendiri, tepatnya protein yang berada di bawah membran dan berperan dalam mempertahankan membran. Keberadaan pathogen ternyata juga mampu merusak membran sel eritrosit dalam kondisi akut.

Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap jumlah eritrosit dilakukan uji statistik t berpasangan (uji *t-dependent*) seperti yang disajikan pada lampiran 5. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah eritrosit ikan Mujair yang tidak terkena lumpur lapindo dan yang terkena lumpur lapindo. t hitung lebih besar daripada t tabel 5% atau 4,14 lebih besar daripada 2,78 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Ini berarti ikan yang dari Karangates memberikan hasil yang berbeda sangat

nyata dengan ikan yang diambil dari sungai Aloo. Berikut adalah grafik jumlah eritrosit ikan yang diambil dari Karangkates dan dari sungai Aloo.



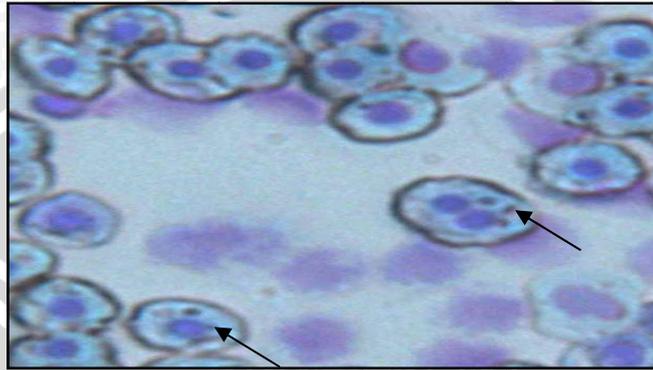
Gambar 14. Jumlah total eritrosit pada 3 ekor ikan yang diambil dari Sungai Aloo dan ikan yang di ambil dari Bendungan Karangkates dengan selang kepercayaan 95%

Tingginya jumlah eritrosit pada ikan sehat disebabkan karena kondisi lingkungan sesuai untuk kehidupan ikan serta tidak adanya faktor stress. Hal ini berlaku sebaliknya untuk kondisi ikan sakit, karena adanya benda asing atau toksin yang masuk kedalam tubuh sehingga jumlah eritrosit berkurang karena tubuh harus melawan benda asing tersebut. Menurut Fujaya (2004) jumlah eritrosit pada setiap jenis ikan bervariasi tergantung pada spesies ikan, kondisi lingkungan, keadaan stress dan temperatur.

4.3.2 Total Micronuclei

Uji mikronuklei dalam sel darah merah (eritrosit) ikan merupakan alternatif untuk mendeteksi genotoksik didalam perairan. Semakin tinggi jumlah mikronuklei

maka semakin tinggi pencemaran yang ada diperairan tersebut begitu piula sebaliknya semakin rendah jumlah mikronuklei pada ikan maka tingkat pencemaran pada perairan tersebut juga rendah. Berikut gambar mikronuklei pada ikan mujair yang diamati;



Gambar 15. Micronuclei ikan mujair

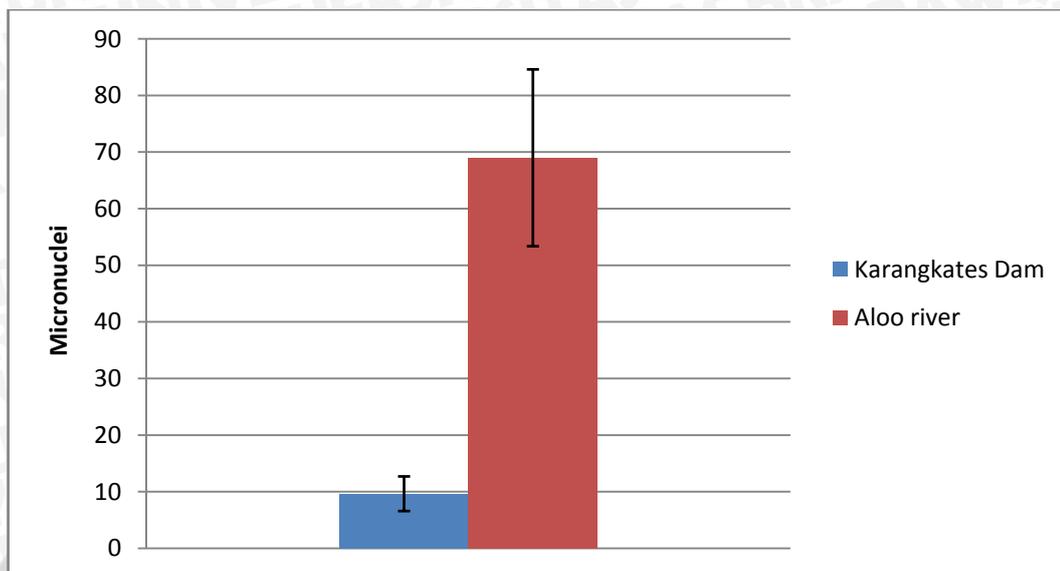
Hasil pengamatan mikronuklei pada ikan mujair yang di ambil dari Karangates pada ikan 1= 9/1000 sel, ikan 2 = 13/1000 sel, ikan 3 = 7/1000 sel sedangkan ikan mujair yang di ambil dari sungai Aloo yang terkena aliran lumpur lapindo mempunyai total mikronuklei yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan mujair yang dari Karangates yaitu ikan 1 = 87/1000 sel, ikan 2 = 59/1000 sel, ikan 3 = 61/1000 sel.

Berdasarkan dari pengamatan rata-rata persentase jumlah mikronuklei ikan mujair yang diambil dari sungai Aloo lebih tinggi dibanding ikan mujair yang diambil dari bendungan Karangates. Terjadinya peningkatan diduga karena adanya pengaruh stres kimiawi yaitu kualitas air buruk, polutan dari lumpur lapindo serta banyaknya kandungan logam berat yang ada disungai Aloo. 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.

Dari pengukuran kualitas air yang diukur didapatkan nilai phenol 2,41 ini merupakan angka yang sangat tinggi untuk standar baku keberadaan senyawa phenol dalam perairan. Dengan keberadaan senyawa phenol di sungai Aloo menyebabkan meningkatnya jumlah mikronuklei yg terbentuk pada sel darah merah ikan mujair yang diteliti, hal ini didukung dengan pernyataan Nahed (2008) pencemaran phenol merupakan ancaman terhadap lingkungan perairan dan harus masuk dalam daftar bahan yang sangat beracun. Kandungan phenol dalam perairan tinggi dipastikan berat dan kesehatan ikan menurun secara signifikan.

Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap jumlah mikronuklei dilakukan uji statistik t berpasangan (uji *t-dependent*) seperti yang disajikan pada lampiran 5. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah mikronuklei ikan mujair yang diambil dari Karangates dan ikan yang di ambil dari sungai Aloo. t hitung lebih besar daripada t tabel 5% atau 6,45 lebih besar daripada 4,30 yang berarti berbeda sangat nyata (*highly significant*). Ini berarti ikan yang dari Karangates memberikan hasil yang berbeda sangat nyata dengan ikan yang dari sungai Aloo. Berikut adalah gambar jumlah mikronuklei ikan yang ada di Karangates dan dari sungai Aloo.



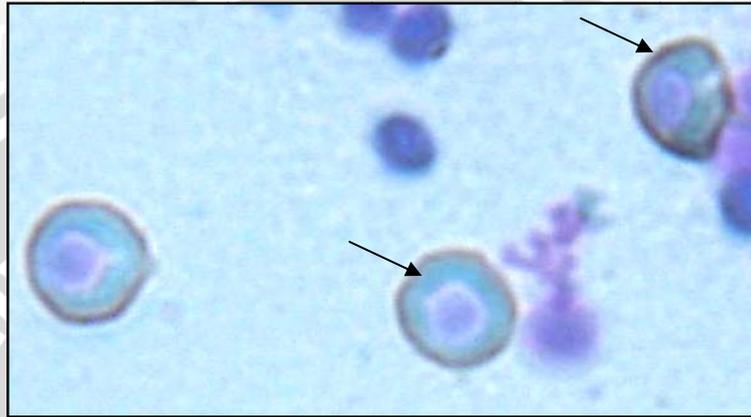
Gambar 16. Jumlah total mikronuklei pada 3 ekor ikan yang di ambil dari Sungai Aloo dan ikan yang diambil dari Bendungan Karangates dengan selang kepercayaan 95%

Hasil penelitian ini di dukung oleh penelitian penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada road map table 3, yang dapat disimpulkan semakin tinggi kadar toksik di dalam perairan maka akan meningkatkan jumlah micronuclei yang terbentuk pada sel darah ikan yang diteliti.

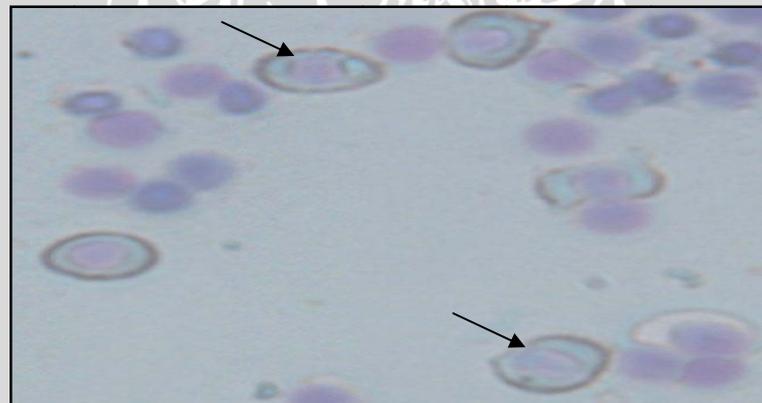
4.3.3 Total Nuclei Abnormal

Hasil pengamatan terhadap preparat darah yang diambil pada ikan mujair yang diambil dari sungai Aloo terlihat kerusakan pada sel darah merah, sedangkan ikan mujair yang diambil dari Karangates tidak terdapat sel darah merah yang rusak. kerusakan terlihat jelas dari adanya kerusakan inti dan sitoplasma sel darah merah. Pada kondisi normal, sel-sel darah merah ikan mujair berbentuk oval dengan sitoplasma yang mulus dan inti sel yang kompak.. Sel darah merah ikan mujair yang diambil dari sungai Aloo tidak normal dengan terbentuknya kompleks lipofuscin pada inti sel dan seroid yang membesar

dan memenuhi hampir semua bagian sitoplasma. Keadaan ini menyebabkan inti sel terlihat membesar dan seolah-olah 'pecah' dengan permukaan yang tidak rata. Demikian juga halnya dengan sitoplasma yang mengalami kelainan karena adanya seroid tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah;

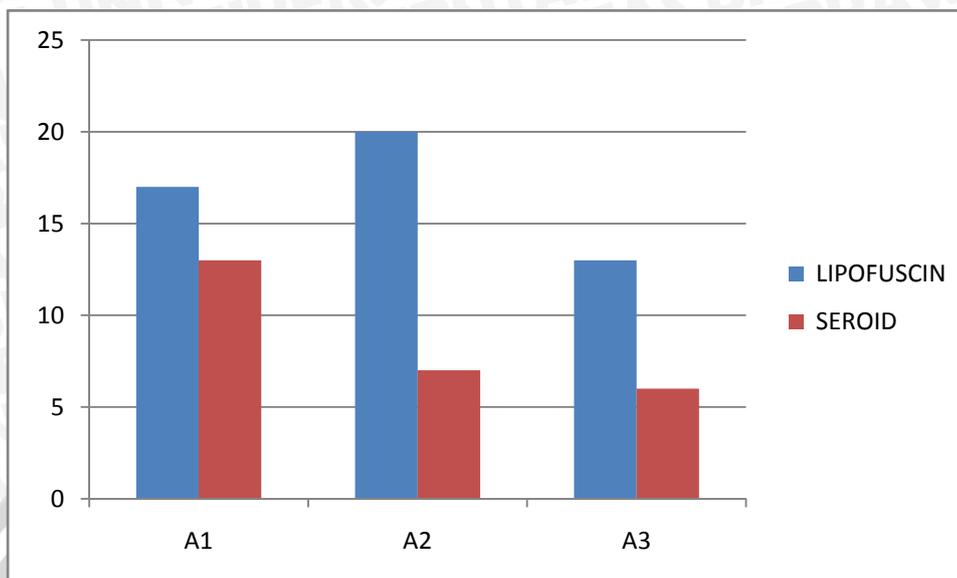


Gambar 17. Seroid pada Sitoplasma Pada Ikan Mujair Dari Sungai Aloo (1000x)



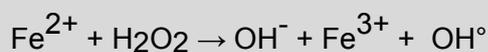
Gambar 18. Lipofuscin pada Inti Sel Pada Ikan Mujair Dari Sungai Aloo (1000x)

Hasil pengamatan nuklei abnormal pada ikan mujair yang terkena lumpur lapindo yang terbentuk lipofuscin pada inti sel; ikan 1 = 17/1000 sel, ikan 2 = 20/1000 sel, ikan 3 = 13/1000 sel sedangkan yang terbentuk seroid pada membran sel yaitu sebagai berikut ikan 1 = 3/1000 sel, ikan 2 = 7/1000sel, ikan 3 = 6/1000 sel. Data nuklei abnormal dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar19. Diagram Total Nuclei Abnormal yang Terbentuk Lipofuscin dan Terbentuk Seroid Pada Ikan Mujair yang ada di Sungai Aloo

Proses pembentukan kompleks lipofuscin dan seroid tersebut diduga akibat adanya radikal bebas yang timbul karena pengaruh logam berat terhadap sel darah. Menurut Wijaya (1996) yang menyatakan bahwa suatu bahan toksik atau racun dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan pada gilirannya dapat menimbulkan pelepasan protein heme, yang akan bereaksi dengan peroksidase dan melepaskan ion Fe^{2+} . Dengan adanya ion Fe^{2+} akan terjadi reaksi Fenton dan menghasilkan radikal bebas hidroksil (OH°) yang sangat reaktif, dengan persamaan sebagai berikut:



Radikal hidroksil tersebut dapat merusak DNA, protein dan asam lemak tak jenuh jamak (PUFA, *poli unsaturated fatty acids*) yang merupakan komponen penting fosfolipid penyusun membran sel. Serangan radikal hidroksil terhadap membran sel dapat menimbulkan reaksi berantai yang terus

berlanjut, yang disebut peroksida lipid, dengan tahapan sebagai berikut (Wijaya, 1996):

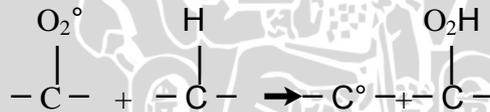
a) ROS (*Reactive Oxygen Species*) akan menarik atom H dari rantai samping



b) Radikal karbon akan bereaksi dengan oksigen:



c) Radikal peroksil yang terbentuk akan menyerang rantai samping PUFA lagi untuk membentuk radikal karbon baru:

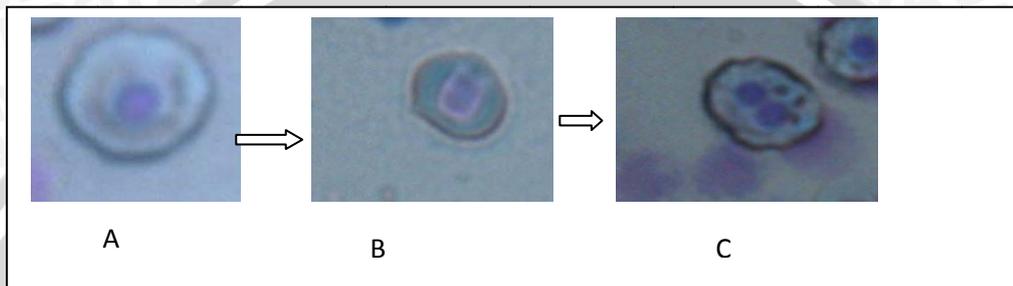


d) Reaksi berantai akan terus berlanjut, yang hanya dapat berhenti bila dua radikal bebas bertemu

Akibat akhir dari reaksi berantai tersebut adalah terputusnya rantai asam lemak menjadi berbagai senyawa yang bersifat toksik terhadap sel, seperti aldehid dan berbagai hidrokarbon, yang dapat mengakibatkan kerusakan membran sel yang parah dan membahayakan kehidupan sel. Reaksi tersebut menurut Azhar dan Tjahjono (1999) juga menyebabkan pembentukan kompleks lipofuscin dan seroid yang besar dan tidak larut, yang semakin lama akan semakin membesar hingga dapat memenuhi seluruh sel.

4.3.4. Mekanisme Terbentuknya Mikronuklei

Pengaruh toksik pada biota perairan khususnya pada ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) sifatnya bertahap. Tahapan tersebut bisa dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 20. Mekanisme Terbentuknya Mikronuklei

Keterangan:

- A. Formasi seroid
- B. Formasi lipofuscin
- C. Formasi micronuclei

Sebelum bahan pencemar (toksik) masuk kedalam inti sel (nucleus), ada lapisan lipida (Lipid bilayer) yang mengikat bahan toksik (Rompas 2010), Sehingga terbentuk seroid didalam sitoplasma (Yudha,I, 2011). pengaruh toksik terhadap organisme tergantung pada konsentrasi dan lamanya kontak organisme dengan bahan toksik tersebut (Mason, 1992). Meningkatnya akumulasi toksik yang ada di lapisan lipid menyebabkan tdk mampuhnya lapisan bilayer mengikat toksik sehingga toksik mampu masuk ke dalam nucleus (inti sel) dan merusak susunan DNA (kromosom), protein dan asam lemak penyusun sel (Feraro *et al*, 2004), Muncullah lipofuscin pada nucleus, keadaan ini menyebabkan intisel terlihat membesar dan seolah olah pecah dengan permukaan yang tidak rata.

Pada fase ini Kumpulan dari Kromosom yang rusak pengaruh dari bahan toksik tersebut tidak ikut dalam proses pembelahan akan membentuk struktur menyerupai intisel dengan ukuran 1/3 lebih kecil dari nucleus pada umumnya yang disebut dengan micronuclei (Ali *et al*, 2008). Meningkatnya jumlah mikronuklei yang terbentuk pada eritrosit ikan mujair akan menyebabkan krenasi sel. Hal ini di sebabkan tidak cukupnya nutrisi yang ada didalam sel, sehingga pada hasil penelitian jumlah eritrosit ikan mujair yang diambil dari sungai Aloo lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah eritrosit ikan mujair yang ada dibendungan Karangates.

4.4 Pembahasan Umum

Berdasarkan dari hasil pengamatan kondisi eksternal dari ikan Mujair dapat disimpulkan bahwa ikan yang terkena lumpur lapindo yang berasal dari Sungai Aloo dalam kondisi sakit (stres) dibandingkan dengan ikan Mujair yang tidak terkena lumpur lapindo yakni yang berasal dari bendungan Karangates 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 dari fisiologis dari organisme air yang tinggal di perairan tersebut.

Menurut Connel (1995), sebagian besar pengaruh subletal dari bahan toksik muncul dalam bentuk biokimiawi, dan sering dihubungkan dengan proses metabolik. Lebih lanjut dijelaskan bahwa pengaruh subletal yang telah diteliti adalah sebagai perubahan dalam morfologi atau histologi, fisiologi (pertumbuhan, perkembangan, kemampuan berenang, pernapasan, sirkulasi), biokimia (keadaan kimia darah, kegiatan enzim, endokrinologi), perilaku atau neurofisiologi dan perkembangbiakan.

4.5 Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur untuk menunjang data primer adalah parameter fisika dan kimia. Data hasil dari pengukuran di sungai Aloo dan di bendungan Karangates disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Data Hasil Kualitas Sungai Aloo dan Bendungan Karangates Serta Nilai Baku Mutu.

No.	Parameter	sungai Aloo	Bendungan Karang kates	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	9	6-9	PP No. 82 Tahun 2001
3.	Salinitas	5 ppt	0 ppt	> 0,5 ppt	Effendi (2003)
4.	Suhu	30-32 °C	29 °C	20-30°C	Effendi (2003)
5.	*TSS	672 mg/L	7,0 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	Perda No. 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan

					Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur
7.	Phenol	2,41mg/L	0,207 mg/L	0,001 mg/L	- Perda No. 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur - 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
8	Pb	1,58	-	0,03 ppm	Perda No. 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa

*Sumber data : Palupi (2011)

Berdasarkan tabel hasil pengukuran kualitas air di atas, dapat diketahui bahwa kondisi kualitas air di sungai Aloo tidak layak bagi kehidupan ikan. Berbeda dengan di Karangates, kondisi kualitas airnya masih dalam kisaran yang layak bagi kehidupan biota air. Sebagian besar parameter di sungai Aloo terdapat dalam jumlah yang melebihi nilai ambang batas, seperti salinitas, suhu,

TSS, dan COD. Sedangkan kadar oksigen terlarut (DO) hanya terdapat dalam jumlah kurang dari nilai yang dianjurkan untuk kehidupan organisme perairan.

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 melewati nilai ambang batas yang ditentukan. Menurut Herawati (2007), phenol merupakan senyawa berwarna merah muda yang mudah masuk dalam kulit sehat dan menimbulkan rasa terbakar. Diperkuat dengan pernyataan Nahed dan Saad (2008), dalam penelitiannya tentang respon ikan Nila terhadap toksik Phenol, dimana nafsu makan ikan Nila berkurang hal ini menyebabkan laju pertumbuhan ikan nila sangat lambat, semakin tinggi dosis Phenol semakin banyak jumlah micronuclei yang terbentuk. Pada umumnya ikan yang diperoleh dari sungai Aloo berukuran kecil hal ini disebabkan nafsu makan yang berkurang yang diperkuat penelitian Nahed dan Saad diatas.

Nilai Pb yang ada di sungai Aloo adalah 1,58 melewati nilai baku mutu logam Pb yang ada di perairan yaitu 0,03 ppm (PERDA Jatim No.2/2008). Terkait dengan Timbal (Pb) Ferraro *et al* (2004) meneliti pengaruh Tributyltin dan Timbal (Pb) pada ikan *H. malabaricus* dimana ikan malabaricus dipaparkan dua

toksik yang berbeda tersebut, hasilnya jumlah micronuclei yang terbentuk pada ikan malabaricus yang dipaparkan Timbal lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah micronuclei pada ikan malabaricus yang dipaparkan tributyltin.

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada ikan Mujair yang diambil di sungai Aloo jumlah micronuclei yang terbentuk lebih tinggi dibandingkan dengan ikan mujair yang diambil dari bendungan Karangates yang kualitas airnya lebih baik jumlah mikronukleinya lebih sedikit. Hal ini diperkuat dengan penelitian terdahulu (dapat dilihat pada roadmap Tabel 3) yang bisa disimpulkan semakin tinggi konsentrasi toksik dalam perairan jumlah mikronukleai yang terbentuk juga semakin tinggi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Jumlah eritrosit ikan Mujair yang diambil dari bendungan Karangates pada ikan 1 = 1.473.500 sel/mm³, ikan 2 = 1.404.800 sel/mm³, dan ikan 3 = 1.464.400 sel/mm³ sedangkan jumlah eritrosit pada ikan mujair yang di ambil dari sungai Aloo yaitu sebagai berikut: ikan 1 = 1.337.400 sel/mm³, ikan 2 = 1.285.200 sel/mm³, dan ikan 3 = 1.271.400 sel/mm³. Hasil analisa Uji T eritrosit ikan mujair dari sungai Aloo berbeda nyata dengan ikan yang diambil dari Karangates.
2. Jumlah micronuclei ikan Mujair yang diambil dari bendungan Karangates pada ikan 1 9/1000 sel, ikan 2 13/1000 sel, ikan 3 7/1000 sel sedangkan jumlah micronuclei pada ikan mujair yang di ambil dari sungai Aloo yaitu sebagai berikut yaitu ikan 1 87/1000 sel, ikan 2 59/1000 sel, ikan 3 61/1000 sel. Hasil analisa Uji T micronuclei ikan mujair dari sungai Aloo berbeda nyata dengan ikan yang diambil dari Karangates.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada pemerintah dan instansi terkait berkenaan dengan penelitian ini adalah perlu dilakukan pengontrolan dosis bahan pencemar yang masuk ke sungai Aloo mengingat airnya digunakan sebagai sumber air tambak tambak warga yang ada di sekitarnya

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R, S. Sjafei, M, Rahardjo dan Sulistiono. 2005. Fisiologi Ikan (Pencernaan dan Penyerapan Makanan). Manajemen Sumber Daya Perairan. IPB. Bogor.
- Ali. F. K, Shehawi. A. M., Sheehy. 2008. Micronucleus test in fish genome : a sensitive Monitor For Aquatic Pollution. African Jurnal of Biototechnology. 7 (5) : 606-612.
- Andayani. S, Sukoso, 2006. Pengaruh pemberian Senyawa Aktif Alkaloid Ubur Ubur (*Bougenvilia Sp*) Terhadap Perubahan Hematologi darah Kerapu Macan (*Ephinephelus Fuscoguttatus*) Setelah DI Infeksi *Vibrio Harveyi*. Fakultas Perikanan Dan Ilmu kelautan. Unversitas Brawijaya.
- Bastiawan. D, Wahid A, Alifudin.M, Agustiawan. I, 2001. Gambaran Lele Dumbo (*Clarias SP*) Yang Diinfeksi Cendawan *Aphanomyces Spp* Pada pH yang Berbeda. 7. (3) : 1-8
- Batoran. Y, 2008. Gambaran Hematologi Dan Histopatologi Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) Yang Terinfeksi *Aeromonas Hydrophila* Dan Alga Coklat (*Sargassum Polycytum*), Publikasi Ilmiah. Program Studi Budidaya Perairan Pascasarjana. Universitas Brawijaya
- Bijanti, R. 2005. Hematologi ikan. Bagian Ilmu Kedokteran Dasar Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Erlangga. Surabaya.31 hal.
- Cesar, M dan Antonio M. 1995. Induction of Micronuclei in Peripheral Erythrocytes of *Cyprinus Carpio* fish By Methil Parathion. Rev. Int. Contam. Ambient. 11 (1) :9-12
- Cornell Des W., Gregory J. Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terj; Yanti K., Sahati. Jakarta: UI-Press
- Chaundhary. R, Pandey. S, Kushwaha. B, Gaur. K, dan Nagpure. S 2006. Fish Micronucleus Assay: A Sensitive Tool For Ecogenotoxicity Studies. J. Ecophisiol. Occup. Hilth, 6 :1-4
- Cholik, F., Ateng G. J., R.P. Poernomo, Ahmad J. 2005. *Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa*. Masyarakat Perikanan Nusantara (MPN) dan Taman Akuarium Air Tawar TMII. Jakarta.
- Day, A. R dan Underwood, A. L. 1990. Analisa Kimia Kuantitatif. Penerjemah Soendoro, Edisi keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

ECOTON. 2006. Bencana Baru di Kali Porong. <http://www.ecoton.or.id/tulisanlengkap.php?id=1783>. Diakses tanggal 25 Desember 2010

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta

Evatona Net. 2011. Jenis – jenis Limbah Industri. <http://industri17evatonaa.blog.mercubuana.ac.id>. Diakses tanggal 13 Juli 2011

Ferraro. M., Fenochio A. S., Mantovani M. S., Rebeiro O., Cestari. M. 2004. Mutagenic Effect of Tributyltin and Inorganic Lead (PbII) on The Fish *H. Malabaricus* as Evaluatid Using The Comet Assay and The piscine Micronucleus and Cromosome Aberation Test. *Genetics and Molecular Biology*. 27 (1) : 103-107.

Fujaya. Y, 2004. Fisiologi Ikan- Dasar Pengembangan Teknik Perikanan. PT. Rineka Cipta. Jakarta

Golindo., T dan. Moreira.L. M., 2009. Evaluation of Genotoxicity using the Micronucleus Assay and Nuclear abnormalities in the Tropical sea Fish *Bathygobius soporator* (valenciennes,1837) (teleostei, Gobiidae). *Genetics and Molecular Biology* 32 (2): 394-398

Haryoto dan Wibowo, A. 2004. Kinetika Bioakumulasi Logam Berat Kadmium Oleh Fitoplankton *Chlorella* sp Lingkungan Perairan Laut. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. 5 (2): 89-103.

Heddle, J.A., Cimion, M.C., Hayashi, M, Romogna, F., Shelby, M.D. 1991. Micronuclei as an Index Of Cytogenetic Damage: Past, Present and Future. *Environ. Mol. Mutagen*. 18:277-291.

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

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

Isani, G., Andreani, G., cocchioni, F., Fedeli, D., Carpena, E. And Falcioni, G. 2009. Cadmium accumulation and Biochemical Responses in *Sparus Aurata* Following Sub_ lethal Cd Exposure. *Ecotox Environ* (72):224 .

Johny, F., Zafran,.D. Roza dan K. Mahardika.2003. Hematologi Beberapa Spesies Ikan Laut Budidaya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*,9 (4) :1-4

Kementerian Lingkungan Hidup, 2004. Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.

- Kiswara, W. 1992. Vegetasi Lamun (Seagrass) di Rataan Terumbu Pulau Pari, Pulau-pulau Seribu. Jakarta. Oceanografi di Indonesia no 25.
- Khopkar, S. M. 2003, Konsep Dasar Kimia Analitik, UI Press, Jakarta
- Moile P,B dan J,J Cech. 1988 Fishes: An Introduction To Ichtyologi. Prentince Hall. Englewood Cliffs. New jersey.559
- Mason, C.F. 1992. Biology of freshwater pollution. Longman Inc. London. 250 p.
- Muchyidin dan Purnomo T, 2007. Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) di Tambak Kecamatan Gresik. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- Mulyono, R.Desrina, M.Udiharto, Evita H. Legowo dan E. Suhardono.1999. Jenis Senyawa Fenol dan Cara Penanggulangannya di Dalam Air Terproduksi. Lembaran Publikasi LEMIGAS, 33 (2) Tahun 1999/2000
- Muryanto. 2007. Pengaruh Kombinasi Transfer Faktor Cyclophosphamide Terhadap Indeks Apoptosis dan Jumlah Makrovag pada Adenocair Sinoma *Mammæa menci* C3H. Program Pasca sarjana, Magister Ilmu Biomedik. Universitas Diponegoro. Semarang
- Gad N.,S And Saad. S. A., 2008. Effect Of Enviromental By Phenol On Some Physiological Parametrs Of *Oreochromis Niloticus*. Global Veterinaria .2 (6) : 312-319
- Ozkan., F, Gunduz, Berkoz, Ozluer Hunt. 2011. Induction of Micronuclei and Other Nuclear abnormalitas in Peripheral Erythrocytes of Nila tilapia, *Oreochromis Niloticus*, Following exposure to subhlethal Cadmium dosis. Turk J Zool 35 (3) : 1-8.
- Palacio. I, Jaime A, Camargo. 2009. Micronuclei Test Application To Wild Tropical Ichthyic spesies Common In two Lentic Environments Op The Low Zones In Colombia. Actual Biol 31 (90) : 67-77
- Palupi, A. 2011. Gambaran Imunologi Ikan Gabus (*Channa striata*) di Bendungan Karangates dan di Sungai Aloo Yang terkena Dampak Lumpur PT. Lapindo Brantas Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UB. Malang
- Pararaja, A. 2009. Makrozoobenthos Indikator Perairan Air Tawar. [Http://pararajablogspot.com/](http://pararajablogspot.com/). Diakses tanggal 9 Mei 2010.
- Ratmini. A. N., 2009. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Mercury (Hg) dan Cadmium (Cd) Pada Daging Ikan Sapu-sapu (*hyposarcus pardalis*) di Sungai Ciliwung, Stasiun Srangseng, Condet dan Manggarai. Vis Vitalis 02 (1) : 1-7

- Rompas, R, M. 2010. Toksikologi Kelautan. PT. Walaw Bengkulen. Jakarta
- Salim, A. 2009. Deskripsi Dan Interpretasi. www.ktiguru.org. Diakses tanggal 10 Juni 2010.
- Savage. 2000. Micronuclei : Pitfalls and Problem. Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology. Atlas of Genet Cytogenet Oncol and Haematol 2000 (4): 575-582
- Seriani, R., Ranzani, P., Souza, S dan Roseeli N. 2011. Hematology, Micronuclei and Nuclear abnormalitas in Fishes from Sao francisco river, Minas gerais State, Brazil. *Maringa* 33 (1) : 107-112
- Setyawati, D. Dan Kartikaningsih, H. 2005. Diktat Kuliah Toksikologi dan Hygiene. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sudaryanti, S dan Marsoedi. 2004. Refleksi pemberdayaan Penelitian Bioassesment Untuk Penelitian Kualitas Air Sungai. *Jurnal Ilmiah Perikanan*. 7: 34- 43.
- Sudjana. 2002. Metoda Statistika. Tarsito. Bandung
- Sugiarti, Ir. 1988. Teknik Pembenihan Ikan Mujair dan Nila Penerbitan CV Simpleks (Anggota IKAPI) Jakarta.
- Sugiharto. 2005. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Universitas Indonesia. Jakarta
- Sutanmuda. 2008. Budidaya Ikan Mujair. <http://sutanmuda.wordpress.com/>. Diakses tanggal 10 Juni 2011
- Shindu, S. F., 2005. Kandungan Logam Berat Cu, Zn, dan Pb dalam Air Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Mas (*Chiprinus carpio*) Dalam Keramba Jaring Apung Waduk Saguling. Fakultas perikanan dan Ilmu kelautan. Universitas Pertanian Bogor. Bogor
- Strunjak, Perovic, Rozelindra, Rakovac, Popovic, Jadan, Benkovic dan Tadic., Z. 2010. Evaluation of Mcronucleus and Erythrocytes nuclear abnormalitas in Balkan Whip Snake Hierophis gemonensis. *Ecotoxicology* 19:1460-1465
- 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.

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

Vonti, O. 2008. Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Strain Sinyonya Yang Berasal Dari Daerah Ciampea-Bogor. Skripsi Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Bogor

Wahyuni, E. T. 2001. Studi Tentang Pencemaran Logam Berat Pb dengan Bioindikator Kupang Putih (*Corbula faba* H) di Muara Sungai Kepetingan Sidoarjo. Skripsi Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi (Tidak Diterbitkan)

Widjatiningrum. L, 2007. Penggunaan Sampel Darah Ikan Koi (*Cyprinus Caprio Koi*) Yang Terinfeksi KHF (Koi Herpes Virus) Dalam Penggunaan PCR(Polimerase Chain Reaction) Dan Analisis Hematologinya. Publikasi Ilmiah, Program Studi Budidaya Perairan. Pascasarjana Universitas Brawijaya.

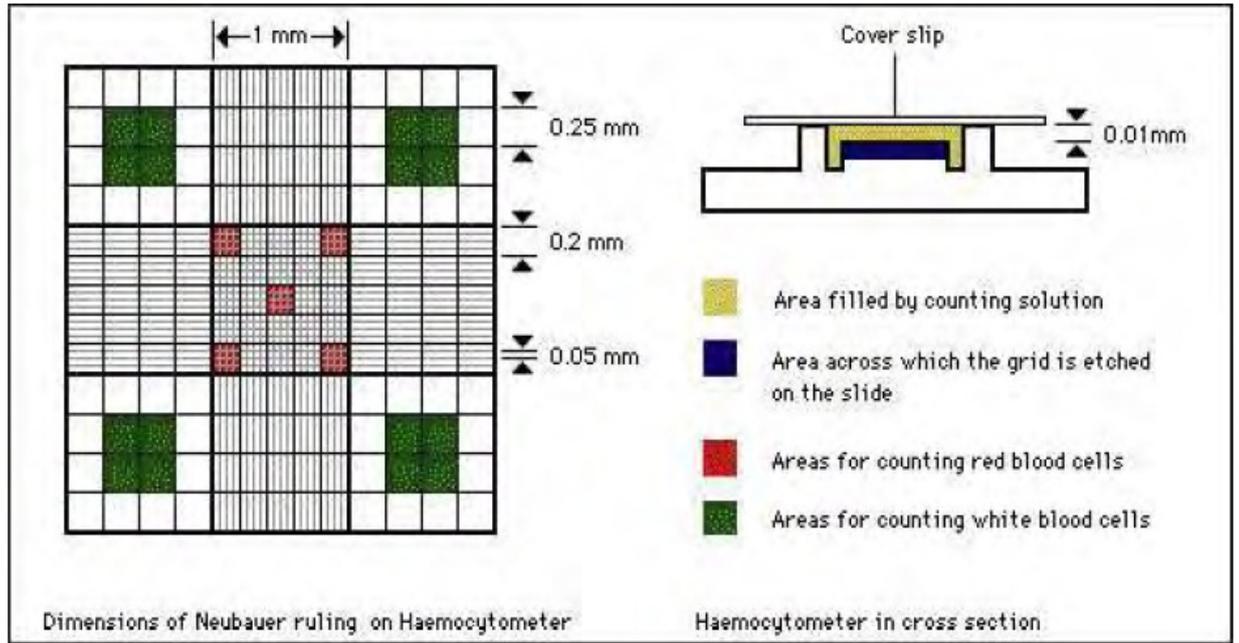
Wijaya, A. 1996. Radikal bebas dan parameter status antioksidan. *Forum Diagnosticum* No.1. Prodia Diagnostics Educational Service.12 p.

Wikipedia.org. 2010. Imun. <http://id.wikipedia.org/wiki>. Diakses tanggal 10 Juni 2010

Wikipedia.org. 2010. Mujair. <http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Mujair&action=edit>. Diakses tanggal 10 Juni 2011.

Yudha. I., G. 2011. Tingkat Kerusakan Sel Darah Merah Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Yang Dipaparkan Dalam Endosulfan Pada Konsentrasi Subletal. Unila. Lampung.

Lampiran 1. Kamar Hitung Haemocytometer (Vonti, 2008)



Lampiran 2. Data Hasil Jumlah Sel Darah Merah Ikan mujair

Parameter	satuan	Ulangan	Jumlah dari Ikan di sungai	
			Alo	Karangkates
Jumlah Total eritrosit	Sel/ml	1	1337400	1473500
		2	1235200	1404800
		3	1273400	1464400
Rerata			1298000	1447667
Standart Deviasi			34812.06687	37315.45703

a. Jumlah Eritrosit

$$F_{hit} = \frac{sd_1^2}{sd_2^2} = \frac{37315,45703^2}{34812,06687^2} = \frac{1392443333}{1211880000} = 1,14899$$

$$F_{tab} = 19 \text{ maka } F_{hit} < F_{tab}$$

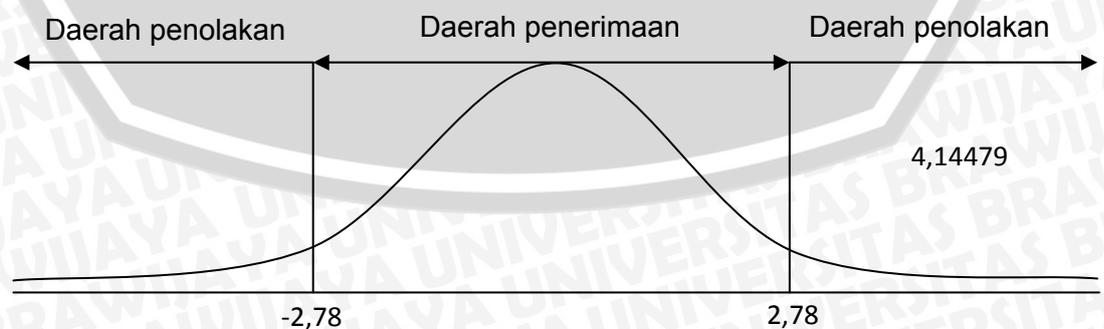
$$s^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{(2)(37315,45703^2) + (2)(34812,06687^2)}{4} = 36085,5$$

$$t_{hit} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{1447566,7 - 1298000}{36085,5 \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}}} = \frac{149566,7}{36085,5} = 4,14479$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 4$$

selang kepercayaan = 95% (dua arah) maka didapat $t_{tab} = 2,776445$

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



Maka, H_0 ditolak, dan dapat disimpulkan bahwa μ_A (rata-rata jumlah eritrosit ikan yang tidak terkena Lumpur Lapindo (Bendungan Karangates)) berbeda nyata dengan μ_B (rata-rata jumlah eritrosit ikan yang terkena Lumpur Lapindo (Bendungan Karangates))



Lampiran 3. Data Hasil Jumlah micronuclei Ikan mujair

Parameter	satuan	Ulangan	Jumlah dari Ikan di sungai	
			Aloo	Karangkates
Jumlah Total micronuclei	Sel/1000	1	87	9
		2	59	13
		3	61	7
Rerata			69	9.666666667
Standart Deviasi			15.62049935	3.055050463

b. Micronuklei

$$F_{hit} = \frac{Sd_1^2}{Sd_2^2} = \frac{15,62049935^2}{3,055050463^2} = \frac{244}{9.33333} = 26,1429$$

$F_{tab} = 19$ maka $F_{hit} > F_{tab}$

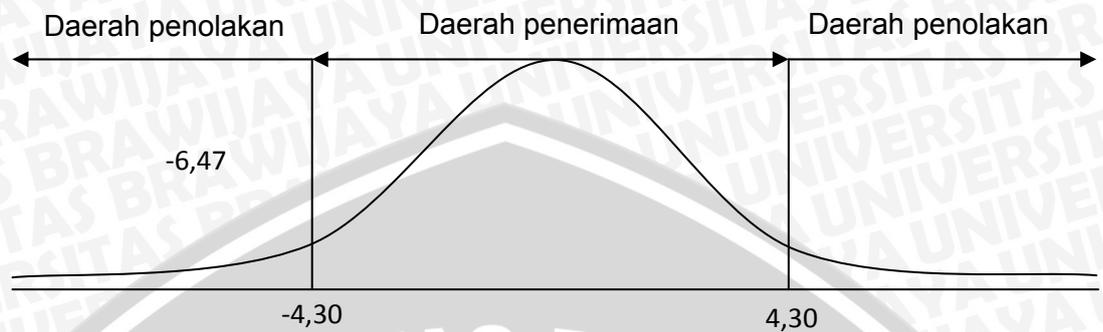
$$t_{hit} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{Sd_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{Sd_2^2}{n_2}\right)}} = \frac{9.666666667 - 69}{\sqrt{\frac{3.055050463^2}{3} + \frac{15.62049935^2}{3}}} = -6.45674$$

$$db = \frac{\left[\left(\frac{Sd_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{Sd_2^2}{n_2}\right)\right]^2}{\left[\left(\frac{Sd_1^2}{n_1}\right) / (n_1 - 1)\right] + \left[\left(\frac{Sd_2^2}{n_2}\right) / (n_2 - 1)\right]} = \frac{[(3.11111) + (81.3333)]^2}{3312.395062} = \frac{7130.86}{3312.395062} = 2.152782$$

selang kepercayaan = 95% (dua arah) maka didapat $t_{tab} = 4.302653$

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





Maka, H_0 ditolak, dan dapat disimpulkan bahwa μ_A (rata-rata jumlah mikronuklei ikan yang tidak terkena Lumpur Lapindo (Bendungan Karangates) berbeda nyata dengan μ_B (rata-rata jumlah mikronuklei ikan yang terkena Lumpur Lapindo (Bendungan Karangates)).



Lampiran 4. Data Hasil Jumlah nuclei abnormal Ikan mujair dari sungai aloo

Parameter	satuan	Ulangan	Nuclei abnormal	
			lipofuscin	seroid
Jumlah total nuclei abnormal	Sel/1000	1	17	13
		2	20	7
		3	13	6
Rerata			16,6	8,89



Lampiran 5. Tabel Distribusi Nilai t (Sudjana, 2002)

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



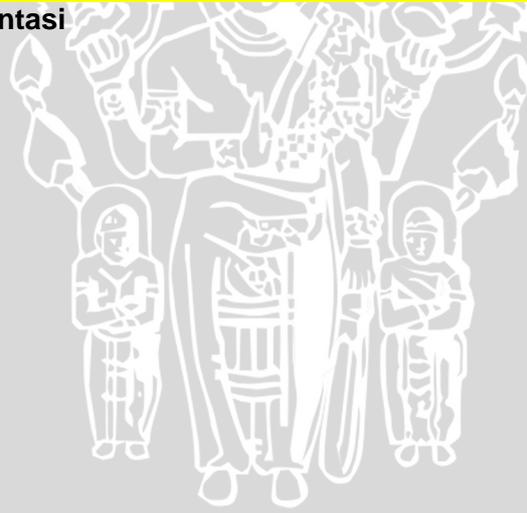
Lampiran 6. Peta Lokasi Pengambilan Sampel (Google, 2004)

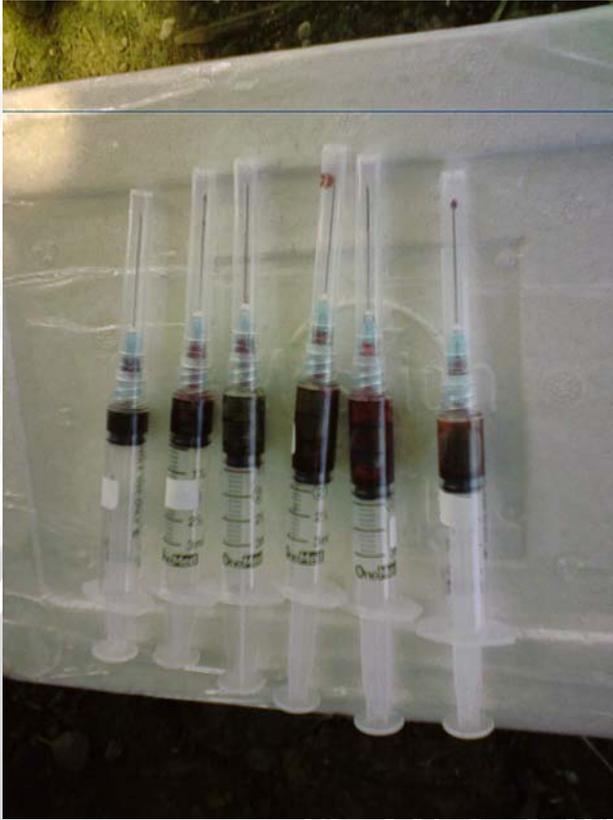




Lampiran 7. Dokumentasi

Sampel darah





Pewarnaan darah



BRAWIJAYA







