

**KARAKTERISTIK HAEMOCYTE DAN KELAINAN INTI SEL
(MIKRONUKLEI) PADA KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*) YANG
TERCEMAR LOGAM BERAT (Pb) DI KAWASAN MANGROVE PANTAI
UTARA PASURUAN JAWA TIMUR**

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

Oleh:

UMI KULSUM

NIM. 115080101111061



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

**KARAKTERISTIK HAEMOCYTE DAN KELAINAN INTI SEL
(MIKRONUKLEI) PADA KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*) YANG
TERCEMAR LOGAM BERAT (Pb) DI KAWASAN MANGROVE PANTAI
UTARA PASURUAN JAWA TIMUR**

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

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

Oleh:

UMI KULSUM

NIM. 115080101111061



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK HAEMOCYTE DAN KELAINAN INTI SEL PADA
KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*) YANG TERCEMAR LOGAM BERAT Pb
(TIMBAL) DI KAWASAN MANGROVE PANTAI UTARA PASURUAN JAWA
TIMUR**

Oleh:

**UMI KULSUM
NIM.11508010111061**

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 4 Agustus 2015
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

DOSEN PENGUJI

(Dr. UUN YANUHAR., S.Pi, M.Si)
NIP. 19730404 200212 2 001
Tanggal:

DOSEN PENGUJI II

(Prof.Dr.Ir. ENDANG YULI HERAWATI.MS)
NIP. 19570704 198403 2 001
Tanggal:

**MENYETUJUI,
DOSEN PEMBIMBING I**

(Prof.Ir. YENNY RISJANI., DEA, Ph.D)
NIP. 19610523 198703 2 003
Tanggal:

DOSEN PEMBIMBING II

(Ir. KUSRIANI, MP)
NIP. 19560417 198403 2 001
Tanggal:

**MENGETAHUI,
KETUA JURUSAN MSP**

Dr.Ir. ARNING WILUJENG EKAWATI, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi dengan judul **“Karakteristik Haemocyte dan Kelainan inti sel yang tercemar logam Berat (Pb) pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di kawasan mangrove Pantai Utara Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur”** 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, 31 Juli 2015

Mahasiswa

Umi Kulsum

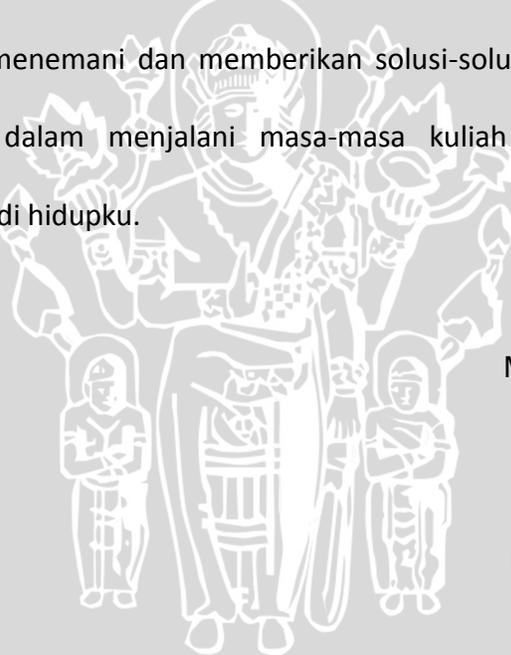
NIM. 115080101111061

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- ✓ Allah SWT. dan Nabi Muhammad SAW. atas segala karunia dan hidayah-Nya yang dilimpahkan kepada penulis.
- ✓ Orang tua dan keluarga yang saya cintai (**Mamah, Ayah, Eyang, Ibu Iin Mbktuh, Mas Riza, Mamasku, Sasa, Zeti, Elfa**) yang selalu membantu dari segi Materi ataupun Moril dan dengan terus memotivasi agar cepat terselesainya penulisan skripsi ini.
- ✓ Kepada Dosen Pembimbing saya **Prof.Ir.Yenny Risjani, DEA,PhD** dan Pembimbing saya **Ir. Kusriani, MP.** yang telah bersedia membimbing saya sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik adanya.
- ✓ Kepada Dosen Penguji saya **Prof.Dr.Ir. Endang Yuli.H. MS** dan **Dr.Uun Yanuar, S.Pi, M.Si** yang telah memberikan saran-saran terbaiknya sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
- ✓ **Bapak Sodik** dan keluarga selaku pengelola kawasan mangrove Desa Kedawang, Kecamatan Nguling, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur yang telah membantu saya saat dilapang dan juga masyarakat setempat.
- ✓ Kepada teman satu tim saya **Rizal, Dian, Debora.** Juga Team **"Hemoshitolovers"** yang saya sayangi **Bita dan Meta** yang saling mendukung satu dengan yang lainnya.

- ✓ Sahabat-sahabat terbaik **Bhya (lagi), Rahma, Dya, Ani, Icha.** beserta teman-teman selama perkuliahan dan juga **teman-teman MSP'11** yang bersama kita telah lalui pahit dan manisnya masa perkuliahan dalam mendapatkan gelar S.Pi.
- ✓ Teman-teman dalam komunitas spartan **Eva, Lilik, Vizha, Tutus, Yogi, Sari, Ratna, Arvi, Andre Reka dll** yang sudah mengisi hari-hari selama di Malang dengan pengalaman dan ilmu yang luar biasa.
- ✓ Buat **Agung Nugroho,** Orang yang selalu menyemangati, menguatkan, mendengarkan, menemani dan memberikan solusi-solusi terbaiknya dalam setiap masalah dalam menjalani masa-masa kuliah dan skripsi serta kebahagiaan lain di hidupku.



Malang, 31 Juli 2015

Penulis

RINGKASAN

UMI KULSUM. Skripsi tentang Analisis Haemocyte dan Mikronuclei yang tercemar logam Berat (Pb) pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di kawasan ekosistem magrove Pantai Utara Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur (dibawah bimbingan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D dan Ir. Kusriani, MP**)

Kawasan Mangrove merupakan salah satu dari lingkungan yang banyak mendapat pengaruh dari buangan limbah, baik yang berasal dari daratan maupun dilaut lepas. Kenyataannya banyak aktivitas domestik seperti pembuangan limbah di kawasan mangrove. Hal ini akan menyebabkan pencemaran di kawasan mangrove Pantai Utara Kabupaten Pasuruan. Penyebab dari pencemaran pada penelitian sebelumnya yaitu di akibatkan oleh kandungan logam berat yang mendominasi ketiga pantai, yaitu logam berat Pb. Adanya indikasi pencemaran menyebabkan Peningkatan pada jumlah haemocyte dan jumlah Mikronuclei.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi ekologis Pantai Utara Kabupaten Pasuruan yang dilihat dari analisis karakteristik Haemocyte dan Mikronuklei kepiting bakau (*Scylla serrata*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2015 di Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul. Sedangkan untuk pengukuran parameter kualitas air dilakukan di laboratorium Ilmu-Ilmu Perairan (IIP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Perum Jasa Tirta I Malang serta laboratorium Kimia. Untuk pembuatan preparat atau hapusan dan pengamatan dilakukan di Laboratorium parasit Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu menggambarkan keadaan mengenai suatu gejala yang ada di alam menurut apa adanya dengan cara melakukan analisa laboratorium pada saat penelitian dilaksanakan. Pengambilan sampel kepiting dilakukan di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten dan Pantai Penunggul. Penghitungan jumlah total hemosit (THC) dan *differential haemocyte count* (DHC) dengan menggunakan haemocytometer diamati dibawah mikroskop binokuler, dilanjutkan pengamatan Jumlah Total Mikronuclei. Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH perairan, oksigen terlarut (DO), salinitas dan total suspended solid (TSS).

Hasil analisa logam berat (Pb) perairan di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten dan Penunggul adalah 0,126; 0,140; 1,10 ppm. Untuk logam berat sedimen di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten dan Penunggul adalah 3,147; 3,713; 3,264. Untuk logam berat daging kepiting bakau di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten dan Penunggul adalah 0,075; 0,097; 0,059.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai rata-rata jumlah total hemosit kepiting bakau di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten, dan Pantai Penunggul adalah 660.000; 1225000; 405000 sel/ml. Hasil analisa statistik dengan uji Tukey diketahui bahwa rata-rata jumlah total hemosit pada ketiga lokasi berbeda nyata. Untuk nilai rata-rata jumlah sel hialin kepiting bakau di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten, dan Pantai Penunggul adalah 8,36; 18,8; 5,7% . Hasil analisis statistik dengan uji tukey dengan selang kepercayaan 95% pada Pantai Mlaten berbeda nyata dengan Pantai Penunggul dan Kedawang dengan signifikasi 0,00 ($P > 0,05$). Untuk nilai rata-rata jumlah sel granulosit kepiting bakau di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten, dan Pantai Penunggul adalah 48,4; 45,53; 54,96% . Hasil analisis statistik dengan uji tukey dengan selang kepercayaan 95% Sel Granulosit pada Pantai Mlaten berbeda nyata

dengan Pantai Penunggul dengan signifikansi 0,005 ($P > 0,05$). Untuk nilai rata-rata jumlah sel semigranul kepiting bakau di muara Pantai Kedawang, Pantai Mlaten, dan Pantai Penunggul adalah 43; 32,43; 39,16%. Hasil analisis statistik dengan uji tukey dengan selang kepercayaan 95% Sel Semigranul pada Pantai Mlaten berbeda nyata dengan Pantai Kedawang dengan signifikansi 0,023 ($P > 0,05$). Untuk nilai rata-rata Mikronuclei kepiting bakau di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten, dan Pantai Penunggul didapatkan hasil 11,67; 16,67; 7,3 %. Hasil analisa statistik dengan uji tukey dengan selang kepercayaan 95% I Micronuclei pada Pantai Penunggul berbeda nyata dengan Pantai Mlaten dengan signifikansi 0,012 ($P > 0,05$).

Hasil kualitas air yang dihasilkan selama penelitian adalah suhu berkisar antara 29,67-31,33°C; pH berkisar antara 8-8,33; salinitas berkisar antara 11,67-25,33 ppt; DO berkisar antara 4,2 – 5,1 mg/L; TSS berkisar antara 41-57,1 mg/l.

Hasil penelitian dapat disimpulkan nilai rata-rata jumlah total hemosit tertinggi kepiting bakau (*Scylla serrata*) di Pantai Mlaten dengan jumlah 1225000 sel/ml dan terendah di Pantai Penunggul dengan jumlah 405000 sel/ml, hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar pencemar maka jumlah total hemosit semakin tinggi. Nilai rata-rata jumlah sel hialin tertinggi di Pantai Mlaten dengan jumlah 18,8%, jumlah sel granulosit tertinggi pada Pantai Kedawang dengan jumlah 48,8%, dan presentase tertinggi sel semigranul terdapat pada Pantai Penunggul dengan jumlah 39,16%, nilai total mikronuklei tertinggi terdapat di Pantai Mlaten yaitu sebesar 16,67/1000 sel dan terendah pada Pantai Penunggul dengan jumlah 7,3/1000 sel, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan di Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul mengalami pencemaran yang disebabkan oleh terpaparnya logam berat Pb pada ketiga lokasi penelitian.

Saran dari penelitian ini adalah diharapkan pemerintah dan masyarakat lebih memperhatikan dalam hal pembuangan limbah dan sampah agar tidak di buang langsung ke Pesisir khususnya wilayah mangrove. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai pertimbangan stakeholder terkait dalam hal pengelolaan lingkungan.



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Maksud dan Tujuan	6
1.4 Kegunaan	7
1.5 Waktu dan Tempat.....	7
2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	8
2.1.1 Klasifikasi Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	8
2.1.2 Morfologi Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	9
2.1.3 Distribusi dan Penyebaran Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	10
2.1.4 Peranan Penting Ekologis Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	11
2.1.5 Siklus Hidup Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	12
2.2 Pencemaran Logam Berat	13
2.2.1 Logam Berat.....	13
2.2.2 Pb (Timbal)	15
2.3 Mekanisme Akumulasi Pb Pada Tubuh Organisme.....	16
2.4 Hemosit.....	17
2.5 Micronuklei.....	19
2.5.1 Pembentukan Mikronukleus	21
2.6 Road Map Hasil Penelitian	22
3. MATERI DAN METODE	29
3.1 Materi Penelitian	29
3.2 Metode Penelitian	29
3.3 Alat dan Bahan.....	31
3.4 Teknik Pengambilan Sample Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	31

3.5 Pengukuran Dan Analisa Parameter	32
3.5.1 Metode Pengambilan Hemolymph.....	32
3.5.2 Metode Pengamatan dan Perhitungan Profil Hemosit	33
3.5.2.1 THC	33
3.5.2.2 DHC.....	34
3.5.3 Pengamatan Mikronuklei Pada Hemolymph	34
3.6 Metode Pengukuran Kualitas Air	34
3.6.1 Suhu.....	34
3.6.2 Salinitas.....	35
3.6.3 DO.....	35
3.6.4 pH	37
3.6.5 TSS	37
3.6.6 Analisa Kadar Pb.....	38
3.7.1 Preparasi Sampel Air.....	38
3.7.2 Preparasi Sampel Sedimen	38
3.7.3 Preparasi Sampel Daging.....	39
3.7.4 Pembuatan Larutan Pb.....	40
3.7 Konsentrasi Logam Berat (Pb).....	41
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	42
4.1.1 Keadaan Umum Pantai Kedawang.....	42
4.1.2 Keadaan Umum Pantai Mlaten	43
4.1.3 Keadaan Umum Pantai Penunggul.....	44
4.2 Kadar Logam Berat Pb pada Perairan di Pantai Utara Pasuruan	46
4.3 Kadar Logam Berat Pb Pada Sedimen di Pantai Utara Pasuruan	49
4.4 Kadar Logam Berat Pb pada Daging Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	52
4.5 Profil Hemosit Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>).....	53
4.4.1 Kondisi Eksternal Kepiting	54
4.4.2 Perhitungan THC.....	55
4.4.3 Perhitungan DHC	59
4.4.3.1 Perhitungan Sel Hialin	61
4.4.3.2 Perhitungan Sel Granulosit.....	63
4.4.3.3 Perhitungan Sel Semigranulosit.....	66
4.6 Total Mikronuklei	69
4.7 Parameter Kualitas Air.....	72
4.6.1 Suhu	74
4.6.2 PH.....	74
4.6.3 Salinitas.....	75
4.6.4 DO.....	75
4.6.5 TSS	76
5. KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Road Map Hasil Penelitian tentang Logam Berat Pb.....	23
2. Road Map Hasil Penelitian tentang Hemosit dan Mikronuklei.....	27
3. Data Pb Air, Sedimen dan Daging.....	46
4. Tabel Rasio Kelamin, Panjang dan Berat Kepiting.....	54
5. Rata-Rata Jumlah Total Haemocyte Count.....	56
6. Uji Tukey THC.....	57
7. Persentase Jumlah Sel Hialin.....	61
8. Uji Tukey Sel Hialin.....	63
9. Presentase Jumlah Sel Granul.....	64
10. Uji Tukey Sel Granul.....	65
11. Presentase Jumlah Sel Semigranul.....	66
12. Uji Tukey Sel Semigranul.....	68
13. Presentase Mikronuclei.....	69
14. Uji Tukey Mikronuclei.....	72
15. Data Kualitas Air.....	73



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Perumusan Masalah	5
2. Kepiting bakau (<i>Scylla spp.</i>).....	9
3. Perbedaan Morfologi Jantan dan Betina.....	10
4. Siklus Hidup Kepiting bakau (<i>Scylla spp.</i>)	13
5. Jenis-jenis Tipe Hemosit	18
6. Sistematika Pembentukan Mikronukleus	21
7. Proses Pembentukan Mikronukleus	22
8. Pengambilan Hemolymph Pada Kepiting	32
9. Lokasi Pengambilan Sample di Pantai Kedawang.....	43
10. Lokasi Pengambilan Sample di Pantai Mlaten.....	44
11. Lokasi Pengambilan Sample di Pantai Penunggul	45
12. Grafik rata-rata Logam Berat Pb Air	47
13. Grafik Rata-rata Logam Berat Pb pada Sedimen	50
14. Grafik Rata-rata Logam Berat Pb pada Daging	52
15. Gambar Haemocyte	55
16. Jumlah THC pada Kepiting Bakau.....	57
17. Bentuk Morfologi Ketiga Sel Haemocyte	59
18. Jumlah Sel Hialin	62
19. Jumlah Sel Granulosit	65
20. Jumlah Sel Semigranulosit.....	68
21. Gambaran Kerusakan Mikronuklei	69
22. Jumlah Total Mikronuklei pada Kepiting Bakau	71





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Praktek Kerja Lapang (Zoom Out)	87
2. Peta Lokasi Praktek Kerja Lapang (Zoom In)	87
3. Alat dan Bahan	88
4. Data Keseluhan Total Haemocyte count (THC).....	89
5. Data Keseluruhan Differential Haemocyte count	89
6. Data Hasil Analisa Kualitas air	90
7. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup	92
8. Hasil Analisa Uji Tukey	94
9. Hasil Analisa Uji Kolerasi	96
10. Hasil analisa logam berat Pb (Lab.Kimia FMIPA).....	97
11. Hasil analisa logam berat Pb (Jasa Tirta).....	98
12. Dokumentasi.....	99



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan Mangrove merupakan salah satu dari lingkungan yang banyak mendapat pengaruh dari buangan limbah, baik yang berasal dari daratan maupun dilaut lepas. Kenyataannya banyak aktivitas domestik seperti pembuangan limbah di kawasan mangrove. Hal ini menyebabkan perubahan ekosistem dan mengurangi kualitas air di kawasan mangrove.

Kawasan mangrove sebagai kawasan hijau yang subur dan kaya plasma nutfah dari hari ke hari mengalami kerusakan yang serius. Keadaan ini sangat memprihatinkan, sebab rusaknya hutan mangrove akan menimbulkan dampak yang merugikan, tidak hanya terganggunya keseimbangan ekosistem daerah pantai, tapi lebih luas lagi bagi masyarakat umumnya dan petani-nelayan disekitarnya. Mencermati dampaknya yang demikian luas, upaya penyelamatan dan pelestarian hutan mangrove menjadi mutlak dan tak bias ditawar-tawar lagi. Kesadaran semua pihak akan pentingnya keberadaan hutan mangrove sudah saatnya digugah, ditumbuhkan menjadi sikap hidup dan tindakan nyata. Pelestarian hutan mangrove bukan persoalan lingkungan hidup semata, tapi juga merupakan upaya penyelamatan sumberdaya perikanan yang menjadi tumpuan hidup petani-nelayan dan kebutuhan kita semua. Menyelamatkan mangrove berarti menyelamatkan sumberdaya perikanan (Saputra dan Sunaryo, 2005).

Sebagian besar hutan mangrove berada di Desa Penunggul. Wilayah pesisir Desa Penunggul Kecamatan Nguling sebelumnya merupakan areal pertambakan hasil konversi kawasan mangrove dan jarang sekali ditumbuhi tanaman, bahkan terjadi abrasi yang tiap tahun semakin mendekati pemukiman. Namun, pesisir

Kecamatan Nguling sekarang dipenuhi rimbunnya hutan mangrove terutama di Desa Penunggul (Sofian *et al.*, 2012).

Pengembangan dan pengelolaan ekosistem mangrove perlu diperhatikan agar tetap Lestari dan berkelanjutan, salah satunya dengan mengkaji zat pencemar dan mengurangi dampak dari zat pencemaran tersebut. Logam berat (Pb) yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia. Diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industry. Buangan-buangan limbah akan jatuh pada periran seperti anak sungai kemudian akan dibawa terus menuju lautan. Peningkatan kadar logam berat pada air laut akan mengakibatkan logam berat berubah menjadi racun bagi organisme laut. Selain bersifat racun, logam berat juga akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi (Rochyatun, 2006).

Logam berat adalah salah satu zat pencemar karena sifatnya yang tidak berubah dan sulit untuk diuraikan. Biota perairan yang telah tercemar logam berat akan mengalami gangguan pertumbuhan hingga kematian (Notohadiprawiro, 2006). Menurut Hutagalung (1991) Logam berat merupakan komponen alami tanah. Elemen ini tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan, Logam berat akan meadi berbahaya karena system bioakumulasi, yaitu peningkatan konsentrasi unsur kimia di dalam tubuh makhluk hidup.

Menurut Runoua *et al.*, (2008) pencemaran logam berat Pb merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam berat tersebut oleh mausia, Keberadaan logam berat ini dalam lingkungan berasal dari dua sumber yaitu proses kimiawi dari tumbuhan dan hewan yang membusuk dan hasil aktifitas manusia terutama hasil limbah industri, semakin banyak industri akan

mengakibatkan peningkatan jumlah logam berat yang akan berakibat buruk bagi lingkungan sekitarnya.

Kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup biota tersebut. Biota perairan yang mempunyai peranan paling tinggi dalam penyerapan logam berat dalam perairan adalah jenis krustasea seperti kepiting, kerang dan beberapa jenis udang. Kepiting hidup di air laut, air tawar dan darat dengan ukuran yang beraneka ragam. Kepiting merupakan biota perairan yang di habitatnya mempunyai ketahanan hidup yang baik. Kepiting sering dijadikan sebagai bioindikator perairan karena mampu mengakumulasi logam berat yang cukup tinggi dibandingkan dengan biota lainnya (Bambang *et al.*, 1995 *dalam* Satria 2013).

Kepiting bakau (*Scylla spp.*) yang disebut juga mangrove crabs atau mud crab, memiliki peranan penting baik secara biologis, ekologis, maupun ekonomis. Kenyataan menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan produksi kepiting bakau di alam, pada banyak wilayah ekosistem mangrove di Indonesia (Siahainenia, 2009). Cholik (1999) *dalam* Sentosa dan Syam (2011) menyatakan bahwa kepiting bakau telah menjadi komoditas perikanan yang penting dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi di Indonesia sejak tahun 1980. Produksi kepiting bakau sebagian besar masih berasal dari sektor penangkapan.

Kepiting bakau (*Scylla spp.*) sebagai salah satu fauna pesisir, kurang mendapatkan perhatian dalam upaya perlindungan. Penangkapan kepiting bakau yang berlebihan akan mempengaruhi populasi kepiting bakau dan meningkatnya aktivitas manusia pada ekosistem mangrove akan berdampak langsung terhadap jumlah dan keanekaragaman jenisnya. Untuk mengetahui kondisi kesehatan Kepiting bakau (*Scylla spp.*) dapat dilihat dari jumlah hemosit dan seberapa banyak

kerusakan mikronuklei yang terjadi, Semakin tinggi jumlah mikronuklei maka status kesehatan kepiting semakin terancam.

Hemosit merupakan sel yang berperan dalam system kekebalan untuk melawan patogen dari invertebrate. Menurut Amirante (1988), krustasea termasuk arthropoda memiliki beberapa tipe reaktifitas kekebalan dari hemosit untuk melawan antigen. Menurut Saha *et al.*, (2010) Hemosit kepiting terdiri dari 3 tipe sel, antara lainnya adalah *hyalinocyte*, *semigranulocyte* dan *granulocyte*, *Hyalinocytes* merupakan sel-sel berbentuk gelondong yang ditandai dengan ekstensi ekor dibawah pengamatan dengan mikroskop cahaya dan optic dimana fase inti dalam bentuk bundar atau bulat telur dan sitoplasma dapat dibedakan dalam kondisi bernoda. Penampilan *semigranulocytes* berbentuk bulat besar di tengah inti dengan pinggiran tipis sitoplasma yang mengelilingi inti. Sedangkan *granulosites* berbentuk bulat dengan inti besar dan sitoplasma yang beruang dengan butiran-butiran bulat. Kelimpahan hemosit berhubungan erat dengan tipe jenis kelamin, moulting, perkembangan fisiologis, status reproduksi, nutrisi dan sirkulasi.

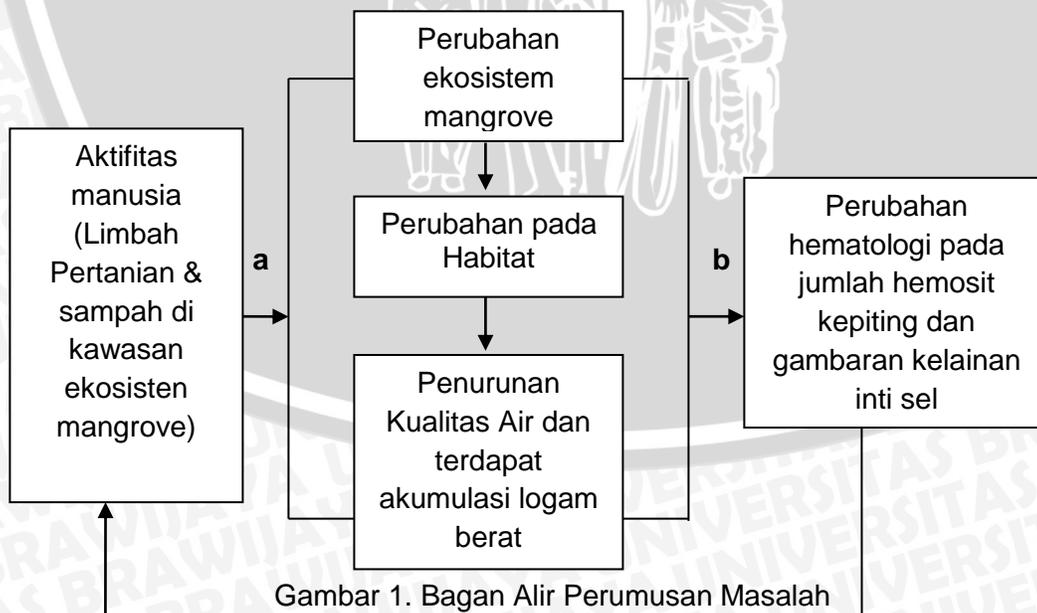
Mikronuklei adalah sitoplasma badan kromatin yang mengandung fragmen kromosom acentric atau kromosom tertinggal selama anaphase dan gagal untuk menjadi inti sel selama pembelahan sel (Ali *et al.*, 2008). Sedangkan menurut Al-Sabti dan Metcalfe (1995) Micronuklei terbentuk selama pembelahan sel, mencerminkan efek mutagenic oleh hilangnya kromosom fragmen atau seluruh kromosom yang tidak termasuk dalam inti utama.

Mikronuklei terdapat dalam darah kepiting (*Hemolymph*) telah sering dijadikan sebagai biomonitoring suatu lingkungan yaitu dengan menggunakan uji mikronuklei. Menurut Ozkan *et al.* (2011) bahwa uji mikronuklei merupakan salah satu dari banyak uji yang paling populer untuk lingkungan yang beracun atau tercemar. Uji

mikronuklei dalam sel hemosit keping merupakan alternative untuk mendeteksi gonotoksik di dalam perairan. Semakin tinggi jumlah mikronuklei maka semakin tinggi pencemaran yang ada di perairan tersebut begitu pula sebaliknya semakin rendah jumlah mikronuklei pada hemosit keping maka tingkat pencemaran pada perairan tersebut juga rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Di perairan sekitar kawasan ekosistem mangrove banyak sekali limbah-limbah yang dibuang, dan berpengaruh pada organisme yang mendiami kawasan ekosistem mangrove seperti Kepiting bakau (*Scylla spp.*). Fenomena seperti ini diduga terjadi juga di beberapa Pantai Utara di Jawa Timur khususnya pantai-pantai di Pasuruan seperti pantai Kedawang, Mlaten dan Panunggul. Adanya aktivitas pembuangan sampah dan limbah pengolahan ikan (pengasapan) di sekitar kawasan mangrove di pantai utara akan menambah beban pencemar. Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat digambarkan melalui diagram sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Perumusan Masalah

Penjelasan mengenai bagan perumusan masalah dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pantai utara pada umumnya dan khususnya Pantai Kedawang, Mlaten dan Panunggul dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk berbagai aktivitas, baik aktivitas pertanian dan pengolahan ikan. Dari aktifitas tersebut banyak sekali limbah-limbah dan sampah yang dibuang di sekitar kawasan ekosistem mangrove. Limbah dan sampah tersebut dibuang dengan atau tanpa pengelolaan terlebih dahulu.
- b. Masuknya limbah pertanian dan sampah-sampah tersebut akan menyebabkan perubahan ekosistem mangrove dan juga perubahan pada habitat yang hidup di kawasan tersebut serta akan mengakibatkan perubahan kualitas air yaitu suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO) dan TSS. Limbah yang berlebih akan menyebabkan penurunan kualitas air dan juga terdapat akumulasi logam berat seperti Pb (Timbal).
- c. Akibat adanya akumulasi logam berat Pb maka akan mempengaruhi status kesehatan kepiting bakau (*Scylla spp.*) yang dapat dilihat dari jumlah hemosit dan gambaran kelainan inti selnya. Pemeriksaan gambaran hemosit dan kelainan inti sel kepiting bakau (*Scylla spp.*) akan memberikan informasi bagaimana pencemaran logam berat yang terjadi bagi kesehatan kepiting bakau (*Scylla spp.*). Sehingga hasil dari pemeriksaan tersebut dapat dijadikan sebagai masukan untuk kepentingan pengelolaan sumberdaya pesisir melalui konservasi lingkungan dan pengendalian aktivitas manusia.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui profil hemosit dan jumlah hemosit yang terdapat dalam hemolymph Kepiting bakau (*Scylla spp.*) yang terpapar Pb secara alami di kawasan ekosistem mangrove pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul.
- Untuk mengetahui kondisi kesehatan kepiting dengan menggunakan gambaran kelainan sel dari Kepiting bakau (*Scylla spp.*) yang terpapar Pb secara alami di kawasan ekosistem mangrove pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari Penelitian ini antara lain :

- Bagi mahasiswa, dapat memberikan tambahan pengetahuan, ketrampilan, pengalaman kerja di lapangan dan membandingkan teori yang didapatkan di perkuliahan serta menumbuhkan perhatian khusus terhadap bahaya pencemaran lingkungan terhadap kelestarian ekosistem perairan yang akan berakibat pada sumberdaya perikanan.
- Bagi pemerintah, penelitian ini dapat digunakan sebagai data dan informasi untuk pengelolaan lebih lanjut dalam meningkatkan dan mengembangkan kelestarian alam di masa selanjutnya.
- Bagi Lembaga Pendidikan, yaitu sebagai bahan informasi untuk melakukan penelitian, dalam mengembangkan keilmuan, serta untuk mendukung kesempurnaan ilmu pengetahuan yang sedang berkembang saat ini.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di tiga pantai utara yang memiliki ekosistem mangrove yaitu Pantai Kedawang, Pantai Mlaten dan Pantai Penunggul di

Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2015. Sedangkan untuk pengukuran parameter kualitas air dilakukan di laboratorium Ilmu-Ilmu Perairan (IIP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Perum Jasa Tirta I Malang serta laboratorium Kimia. Untuk pembuatan preparat atau hapusan dan pengamatan dilakukan di Laboratorium parasit Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya.



2. TINJUAN PUSTAKA

2.1 Kepiting Bakau

Secara umum morfologi Kepiting bakau (*Scylla serrata*) memiliki bentuk tubuh bulat pipih dan berwarna coklat kehitaman menyerupai lumpur, mempunyai kaki jalan yang sama besar yang biasa disebut capit yang berfungsi untuk memegang.

2.1.1 Klasifikasi Kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) juga dikenal dengan sebutan kepiting lumpur termasuk kedalam kelas Crustaceae, Ordo Decapoda, Famili Portunidae dan Genus *Scylla* (Warner, 1977).

Mossa, *et al.* (1995) dalam Agus (2008) menyatakan bahwa, kepiting bakau mempunyai beberapa spesies antara lain *Scylla serrata*, *Scylla tranquebarica*, dan *Scylla oceanica*. Adapun klasifikasi kepiting bakau menurut Motoh (1979) dalam Wijaya (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Mandibulata
Kelas	: Crustacea
Subkelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Subordo	: Pleocyemata
Seksi	: Brachyura
Famili	: Portunidae
Subfamili	: Portuninae

Genus : *Scylla*

Species : *Scylla serrata*



Gambar 2. Kepiting Bakau (*Scylla serrata*). Dokumentasi pribadi 2 Maret 2015

2.1.2 Morfologi Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)

Kepiting bakau ditutupi oleh karapas yaitu kulit yang terdiri atas khitin bercampur bahan kapur yang telah mengeras. Karapas berbentuk bulat pipih, dilengkapi dengan sembilan duri pada sisi kiri dan kanan. Empat duri yang lain terdapat diantara kedua matanya. Mempunyai sepasang kaki jalan yang bentuknya besar disebut capit yang berfungsi untuk memegang, tiga pasang kaki jalan dan sepasang kaki renang berbentuk bulat telur dan pipih seperti alat pendayung (Karim 1998).

Menurut Prianto (2007), kepiting mempunyai bentuk dan ukuran yang beragam tetapi seluruhnya mempunyai kesamaan pada bentuk tubuh. Pada bagian anterior terdapat antena memiliki indera penciuman yang mampu merangsang kepiting untuk mencari makan. Selain itu, juga terdapat *propodus* yang dapat digunakan untuk memegang dan membawa makanan, menggali, dan membuka kulit kerang serta digunakan sebagai senjata dalam menghadapi musuh. Seluruh kepiting mempunyai

chelipeds dan tiga pasang kaki jalan serta sepasang kaki renang. *Chelipeds* (capit berstruktur kuat) dilengkapi dengan duri pada permukaan luar tulang pergelangan tangan.

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) jantan dan betina dapat dibedakan dengan cara mengamati alat kelamin yang terdapat di bagian perut (ruas abdomen). Pada bagian perut kepiting bakau jantan umumnya berbentuk segi tiga yang sempit dan dapat meruncing di bagian depan. Sedangkan kepiting bakau betina berbentuk segitiga yang relatif lebar berbentuk agak membulat, lebih lebar dan di bagian depan agak tumpul (Moosa, *et al.*, 1985)



Gambar 3. Perbedaan Morfologi Kepiting Jantan (bentuk abdomen V) gambar A dan Kepiting Betina (Bentuk abdomen U) gambar B (<http://www.hk-fish.net/eng/database/crabs/structural.htm>)

2.1.3 Distribusi dan Penyebaran Kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) memiliki distribusi yang luas dan satu-satunya spesies yang dapat ditemukan di Samudra Hindia Barat, Jepang, dan kepulauan Pasifik Selatan, dan ditemukan di estuari dan habitat pasisir yang terlindung dan populasi yang terdapat dalam jumlah besar biasanya berhubungan dengan sistem mangrove khususnya daerah estuari, hal ini akan menentukan penyebaran lokal dan kelimpahan dari kepiting bakau (Le Vay, 2001).

Sedangkan di Indonesia, terutama di Jawa Timur, persebaran kepiting meliputi; kawasan pesisir utara Jawa Timur seperti Tuban, Lamongan, Gresik, Surabaya, Sidoarjo, Pasuruan, Probolinggo dan Situbondo. Persebaran populasi kepiting bakau tersebut secara langsung berhubungan dengan pola persebaran hutan mangrove. Kerapatan hutan mangrove yang tinggi dari suatu hutan mangrove akan terdapat populasi kepiting yang tinggi pula. (Tupan, *et al.*, 2005).

2.1.4 Peranan Penting Ekologis Kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Melalui pola tingkah laku dan kebiasaannya, kepiting bakau memberikan manfaat yang besar terhadap keberlangsungan proses biologi di dalam ekosistem pesisir, seperti halnya hutan mangrove (Yedery dan Reddy, 2009).

Menurut Prianto (2007), beberapa peran kepiting di dalam ekosistem pesisir adalah sebagai berikut:

1. Konversi nutrien dan meningkatkan mineralisasi.

Kepiting dapat menghancurkan dan mencabik-cabik daun maupun serasah menjadi ukuran yang lebih kecil (ukuran detritus) sehingga mikrofauna dapat dengan mudah menguraikannya.

2. Meningkatkan distribusi oksigen dalam tanah,

Lubang yang dibangun berbagai jenis kepiting mempunyai beberapa fungsi diantaranya sebagai tempat perlindungan dari predator, tempat berkembang biak dan bantuan dalam mencari makan serta berfungsi sebagai komunikasi antar vegetasi misalnya mangrove, yaitu dengan melewatkan oksigen yang masuk ke substrat yang lebih dalam sehingga dapat memperbaiki kondisi anoksik di dalam tanah.

3. Membantu daur hidup karbon.

Unsur karbon bergerak masuk dan keluar dalam siklus karbon melewati organisme. Kepiting dalam hal ini sangat penting peranannya dalam mengkonversi nutrisi dan mineralisasi yang merupakan jalur biogeokimia karbon.

4. Penyedia pakan alami.

Dalam siklus hidupnya, kepiting menghasilkan ratusan bahkan pada beberapa spesies dapat menghasilkan ribuan larva dalam satu kali pemijahan. Larva-larva tersebut merupakan sumber makanan bagi biota perairan, seperti ikan karena larva kepiting bersifat neuston yang melayang-layang dalam badan perairan, sehingga merupakan makanan bagi ikan-ikan karnivora.

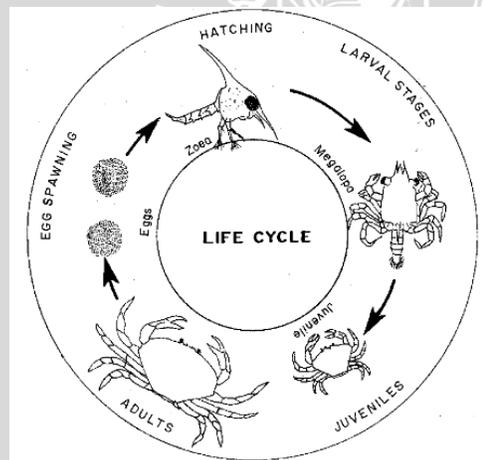
2.1.5 Siklus Hidup Kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) dalam menjalani kehidupannya dengan beruaya dari perairan pantai menuju laut, kemudian induk kepiting akan berusaha kembali ke perairan pantai, muara sungai ataupun perairan yang memiliki hutan bakau untuk berlindung, mencari makanan serta membesarkan diri. Kepiting bakau mencapai kematangan seksual antara umur 18-24 bulan pada bulan hangat. Betina dewasa kemudian akan merilis suatu atraktan kimia atau feromon ke dalam air yang menarik kepiting jantan. Kopulasi dapat terjadi hanya ketika kepiting betina berada dalam kondisi cangkang lunak. Perkawinan kepiting bakau dewasa, biasanya terjadi di estuaria, setelah dewasa betina bergerak keluar ke daerah muara hingga bertelur di air laut (Sara *et al.*, 2006).

Setelah pemijahan, kepiting betina bermigrasi ke lepas pantai untuk bertelur. Dalam sekali memijah, kepiting mampu menghasilkan jutaan telur yakni sekitar 2 juta-8 juta telur tergantung dari ukuran dan umur kepiting betina yang memijah. Pada kondisi lingkungan yang memungkinkan, kepiting dapat bertahan hidup hingga

mencapai umur 3-4 tahun. Telur menetas dalam 2-4 minggu. Embrio kepiting bakau yang baru menetas disebut zoea. Zoea larva ini sensitif terhadap suhu tinggi dan salinitas yang rendah dan karena itu tidak terdapat di muara (Sara *et al.*, 2006).

Tahap perkembangan post larval menjadi megalopa melalui lima tahap moulting. Pada moulting kelima, larva kepiting bakau berubah menjadi megalopa dengan ukuran yang relatif lebih besar dan dilengkapi cakar fungsional. Saat pelengkap pada perut terbentuk, kepiting berada pada tahap megalopa yang berenang dan kembali ke muara yang difasilitasi oleh selektif transportasi pasang sourut sungai. Setelah kembali ke muara, terjadi perubahan dari megalopa menjadi kepiting remaja (Sara *et al.*, 2006).



Gambar 4. Skema Siklus Hidup Kepiting Bakau
(Sumber: <http://www.nio.org.gif> , 2008).

2.2 Pencemaran Logam Berat

Logam berat termasuk zat pencemar karena sifatnya yang stabil dan sulit untuk diuraikan. Banyaknya sumber logam berat di alam, meningkatkan pencemaran logam berat khususnya pada perairan yang akan terakumulasi pada rantai makanan hingga biota di perairan tersebut. Biota perairan yang telah tercemar logam berat

akan mengalami gangguan pertumbuhan hingga kematian (Notohadiprawiro, 2006). Logam berat adalah komponen alami tanah. Elemen ini tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan, Logam berat akan menjadi berbahaya karena system bioakumulasi, yaitu peningkatan konsentrasi unsur kimia di dalam tubuh makhluk hidup Hutagalung (1991).

Logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan, meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua biota perairan tidak sama seperti contohnya pencemaran dari logam berat seperti tembaga (Cu), Merkuri (Hg), Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb), Banyak kasus keracunan yang timbul oleh logam berat dan banyak para ahli melakukan penelitian terhadap sumber-sumber dari peristiwa tersebut, ternyata buangan industri dari pemanfaatan hasil industry merupakan penyebab utama kasus-kasus tersebut (Palar, 1994)

Tingginya logam berat di suatu perairan dapat menyebabkan kontaminasi, akumulasi bahkan pencemaran terhadap lingkungan seperti biota, sedimen, air dan sebagainya (Lu,1995). Menurut Law (1981) dalam Bangun (2005) Berdasarkan kegunaannya, logam berat dapat dibedakan atas dua golongan, yaitu :

1. Golongan yang dalam konsentrasi tertentu berfungsi sebagai mikronutrien yang bermanfaat bagi kehidupan organisme perairan, seperti Zn, Fe, Cu, Co.
2. Golongan yang sama sekali belum diketahui manfaatnya bagi organisme perairan seperti Hg, Cd, dan Pb.

Logam Berat yang sering ditemui dalam badan perairan adalah Pb, sebagai dampak dari meningkatnya aktifitas manusia. Menurut Setiawan (2014) diantara senyawa-senyawa reaktif yang dihasilkan Pb, radikal bebas merupakan senyawa yang paling berbahaya karena reaktifitasnya sangat tinggi. Radikal bebas dapat

merusak tiga jenis senyawa yang penting untuk mempertahankan integritas sel, yaitu:

- a. asam lemak, khususnya asam lemak tak jenuh yang merupakan komponen penting fosfolipid penyusun membran sel.
- b. DNA, yang merupakan perangkat genetik sel
- c. Protein yang memegang berbagai peran penting seperti enzim, reseptor dan antibodi dan pembentuk matriks serta sitoskeleton.

Logam berat Pb merupakan logam berat toksik memiliki sifat pasangan inert yang membuat Pb cenderung kompetitif dengan logam lainnya dan memicu radikal bebas, dari kedua sifat ini Pb dapat berinteraksi dengan banyak unsur dalam residu asam amino tubuh yang menyebabkan inaktifnya enzim atau mengaktifkan enzim tertentu, mengganggu proses metabolisme dan peredaran darah (Setiawan, 2014). Hal ini diperkuat dengan pernyataan Whitfield *et al.*, (2010) Logam berat adalah salah satu faktor yang secara tidak sengaja dibiarkan masuk ke dalam tubuh individu hal ini dapat menyebabkan kelainan genetic, toksik dan radikal bebas.

2.2.1 Pb (Timbal)

Timbal (Pb) adalah mineral mikroelemen, salah satu jenis logam berat dan berpotensi menjadi bahan toksik jika terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Masuknya unsur timbal (Pb) ke dalam tubuh makhluk hidup dapat melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan (inhalasi), dan penetrasi melalui kulit (Palar, 2004). Menurut Botwe *et al.*, (2012) dalam Darmono (1995) Logam berat Pb dapat ditemukan secara umum pada tingkat tanah, vegetasi dan organisme hidup yang membutuhkan beberapa dari mereka sebagai mikro-elemen, distribusi logam antara

tanah dan vegetasi merupakan isu utama dalam meniai dampak lingkungan dari logam.

Menurut Darmono (1995), sifat-sifat timbal antara lain:

1. memiliki titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair hanya membutuhkan teknik yang sederhana.
2. merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk
3. timbal dapat membentuk logam campuran dengan logam lainya
4. memiliki kerapatan yang tinggi dibanding logam lain.

Menurut Runoua *et al.*, (2008) pencemaran logam berat Pb merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam berat tersebut oleh mausia, Keberadaan logam berat ini dalam lingkungan berasal dari dua sumber yaitu proses kimiawi dari tumbuhan dan hewan yang membusuk dan hasil aktifitas manusia terutama hasil limbah industri, semakin banyak industri akan mengakibatkan peningkatan jumlah logam berat yang akan berakibat buruk bagi lingkungan.

2.3 Mekanisme Akumulasi Pb pada Tubuh Organisme

Logam berat mempunyai sifat mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai, dapat terakumulasi dalam organisme termasuk ikan, kerang dan kepiting, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkosumsi organisme tersebut (Sutamiharja, 1982 *dalam* Marganof, 2003).

Menurut Cornell (1990) *dalam* Haryoto dan Wibowo (2004), mekanisme akumulasi logam berat melibatkan pembentukan kompleks- kompleks logam dengan protein dalam sel sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu

aktivitasnya namun pada konsentrasi yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel, karena system perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam.

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

1. Endositosis, dimana pengambilan partikel dari permukaan sel dengan membentuk wahana perpindahan oleh membrane plasma. Proses ini sepertinya 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 menyerang logam berat dari air.
3. Penyerapan logam berat diserap dari makanan dan sedimen oleh biota juga bergantung pada strategi mendapatkan makanan.

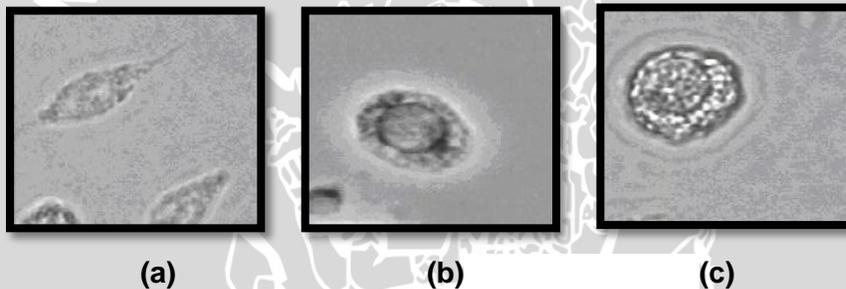
Menurut Ferraro *et al.*, (2004), dalam penelitiannya menyatakan bahwa pengaruh logam berat Pb terhadap sel darah merah ikan selain munculnya micronuclei ternyata logam berat Pb berpengaruh pada morfologi atau bentuk sel darah merah yang intinya akan membesar, selain itu juga menimbulkan pengaruh pada permukaan yang tidak rata.

2.4 Hemosit

Hemosit adalah salah satu sel yang memiliki beberapa tipe reaktifitas untuk melawan patogen (Amirante, 1988). Sel hemosit merupakan sel-sel darah yang beredar pada invertebrata yang merupakan efektor imun utama yang melakukan fungsi imunologi beragam termasuk fagositosis, generasi molekul sitotoksik dibawah paparan racun dan juga termasuk pemeliharaan homeostasis serta bertanggung

jawab dalam berbagai mekanisme perlindungan. (Vijayavel K., 2009 dalam Sari et al., 2014)

Menurut Saha et al., (2010) Hemosit kepiting terdiri dari 3 tipe sel, antara lainnya adalah *hyalinocyte* (*hialin*), *semigranulocyte* (*semi granular*) dan *granulocyte* (*granular*). *Hyalinocytes* merupakan sel-sel berbentuk gelondong yang ditandai dengan ekstensi ekor dibawah. Penampilan *semigranulocytes* berbentuk bulat besar di tengah inti dengan pinggiran tipis sitoplasma yang mengelilingi inti. Sedangkan *granulosites* berbentuk bulat dengan inti besar dan sitoplasma yang beruang dengan butiran-butiran bulat. Seperti terlihat dalam **Gambar 5**.



Gambar 5. Jenis-jenis tipe hemosit pada *hemolymph* kepiting, (a) Hyalinocytes (b) Semigranulocytes dan (c) Granulocytes. Saha et al., (2010)

Menurut Rantetondok (2010), Hemosit memiliki 3 jenis sel yaitu: sel hialin, semi granular dan large granular. Ketiga sel ini digunakan oleh larva untuk mengantisipasi masuknya organisme patogen ke dalam tubuh larva kepiting bakau (*S.serrata*) Sel hialin memiliki fungsi untuk memfagositosis bakteri maupun virus yang masuk ke dalam tubuh larva kepiting bakau. Sel semi granular memiliki karakteristik lebih besar dari hialin, bentuk oval memanjang dengan jumlah yang jarang dan menyebar. Sel granular memiliki fungsi membentuk kekebalan tubuh terhadap penyakit, sama dengan fungsi sel hialin dan sel semigranular. Ketiga sel ini membentuk sistem kekebalan melalui mekanisme kerja.

Kelimpahan hemosit berhubungan erat dengan tipe jenis kelamin, moulting, perkembangan fisiologis, status reproduksi, nutrisi dan sirkulasi. Penurunan jumlah hemosit secara ekstrim dapat pula terjadi bila organisme mengalami stres (Chang *et al.*, (2003) dalam Rantetondok. A dan Muh. Yusri Karim (2010). Kelimpahan hemosit yang beredar pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah jenis kelamin, molting, status reproduksi dan nutrisi, ukuran, seks, dan berat badan. Selain itu pula, juga karena faktor musim (Sari *et al.*, 2014). Jumlah total hemosit adalah jumlah sel darah yang hadir per ml hemolymph. Umumnya digunakan untuk menentukan jumlah sel yang hidup setelah terpapar oleh bahan kimia atau stressor lainnya. Interpretasi sederhana adalah ketika organisme merespon paparan eksperimental atau perlakuan dengan peningkatan Total Hemocyte Count (THC), itu menunjukkan bahwa perlawanan mereka telah diganggu. Namun, beberapa situasi stres akan menghasilkan modulasi. Fluktuasi ini mungkin berasal dari distribusi hemosit yang beredar dan tidak beredar di mana sel-sel sistem sirkulasi terbuka (Anderson dan Anderson, 2000).

Setiap jenis sel memiliki berbagai fungsi spesifik sebagai hasilnya: perubahan dalam profil sel cenderung menimbulkan ancaman bagi pertahanan imun. Oleh karena itu, selain THC profil sel hemosit atau differential hemocyte count (DHC) sering diukur, untuk memberikan gambaran tentang sumber daya selular yang tersedia untuk organisme (Anderson dan Anderson, 2000).

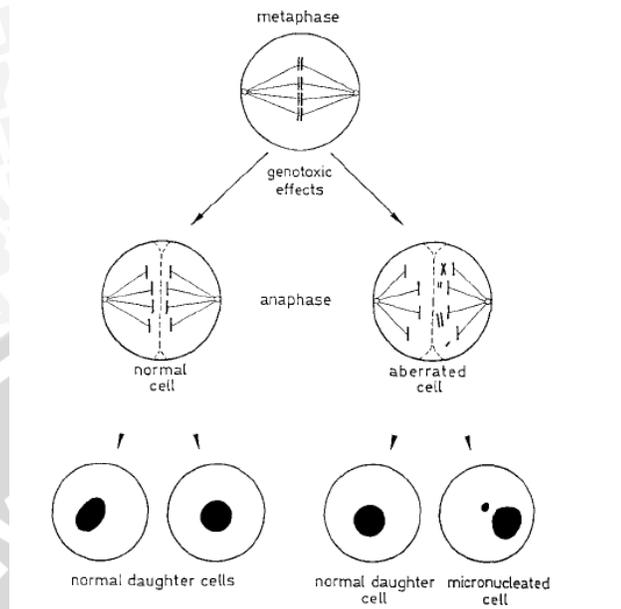
2.5 Micronuklei

Micronuklei adalah bentukan kecil di luar inti yang terpisah dari yang utama dan terbentuk selama pembelahan sel oleh kromosom atau fragment kromosom yang terlambat (Syaifudin, 2008). Hal ini sesuai dengan Tarasandi (2014) bahwa

mikronukleus adalah inti tambahan kecil yang terletak di luar inti utama, merupakan salah satu bentuk kelainan inti sel akibat kesalahan dalam proses pembelahan. Selain mikronukleus, terdapat pula kelainan inti sel lainnya, yaitu *binucleated cell*, *karyorrhetic cell*, *karyolytic cell*, *nuclear budd*, dan *fragmented nucleus*.

Binucleated cell adalah kelainan inti sel yang tampak sebagai dua inti berukuran kurang lebih sama besar yang terdapat dalam satu sel dan keduanya saling terhubung. Sel inti terbentuk akibat kegagalan sitokinesis di mana terjadi pembelahan inti namun tidak diikuti pembelahan sel. *Karyorrhetic cell* merupakan gambaran inti sel yang padat dengan elemen nukleokromatin yang kemudian dapat terjadi pemecahan inti sel dan tampak sebagai kepingan-kepingan sehingga disebut *fragmented nucleus*. *Karyolytic cell* menggambarkan tidak adanya inti sel sama sekali karena sudah mengalami penghancuran. *Nuclear budd* atau *broken egg* adalah kelainan inti sel yang paling mirip dengan mikronukleus. Untuk membedakan keduanya dilihat dari adanya jembatan atau hubungan antara inti utama dengan inti tambahan yang berukuran lebih kecil. Kelainan inti sel ini muncul akibat adanya amplifikasi gen inti sel (Tarasandi, 2014).

Mikronuklei terbentuk dari fragmen asentrik yang gagal bergabung dengan sel anak selama proses pembelahan sel. Dapat juga terbentuk dari sebuah kromosom yang tertinggal, atau tidak terbawa dalam proses mitosis, atau terjadi akibat konfigurasi kromosom yang kompleks, pada waktu proses anafase. Kriteria mikronuklei antara lain ; diameter kurang dari seperlima diameter nukleus ($10\mu\text{m}$), terletak dalam sitoplasma dan di luar nukleus, tidak ada kontak dengan nucleus (Lusiyanti dan Zubaidah, 2011). Menurut Ali *et al.*, (2008) kejadian mikronuklei berfungsi sebagai indeks dari jenis kerusakan, uji mikronukleus telah banyak digunakan untuk menguji bahan kimia yang menyebabkan jenis kerusakan.



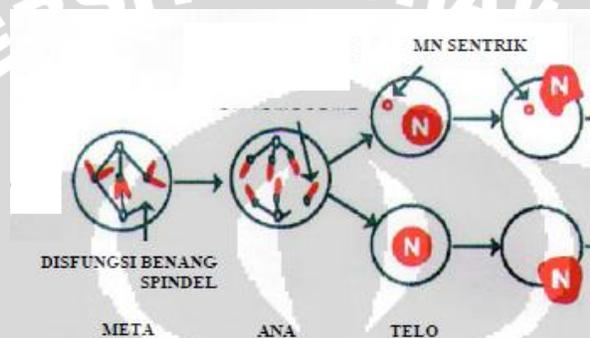
Gambar 6. Sistematik Pembentukan Micronuclei (Sumber : Al – Sabti dan Metcalfe, 1995).

Uji Mikronuklei merupakan uji yang sering digunakan untuk mengetahui potensi mutagenic suatu zat karena memiliki metode yang lebih sederhana dibandingkan dengan uji mutagenic lainnya (Lu & Kacew 2002 *dalam* Chainurisa). Menurut Nasuroh (2003), Uji Mikronuklei memiliki beberapa keunggulan, antara lain dapat dilakukan oleh siapa saja tanpa harus memiliki keahlian membuat preparat yang sempurna, dapat dilakukan selama siklus sel berlangsung, jumlah sel yang diamati tidak terbatas dan kerusakan dapat diketahui dengan cepat.

2.5.1 Pembentukan mikronukleus

Mikronucleus adalah massa bundar berukuran kecil bermembran yang secara morfologi mirip dengan nucleus, micronucleus berasal dari fragmen kromosom asentrik atau dari keseluruhan kromosom yang gagal bergabung dalam sel anaknya (Chairunnisa 2012).

Mekanisme terbentuknya mikronukleus karena kerusakan pada kromosom dan tidak berfungsinya benang spindle pada saat metaphase menyebabkan posisi kromosom berada tidak tepat pada bidang ekuator saat tahap anaphase, Hal ini mengakibatkan terbentuknya mikronukleus karea pembelahan kromosom tidak sempurna. Kerusakan pada kromosom yang menyebabkan mikronukleus dapat berupa pembentukan jembatan kromatin, sehingga terjadi patahan pada kromosom (Cample dkk.2002 dalam Chairunnisa 2012).



Gambar 7. Mekanisme Pembentukan Micronukleus (Sumber : Krisna & Hayashi 2000 dalam Chairunnisa 2012).

2.6 Road Map Hasil Penelitian tentang Logam Berat Pb di Pantai Utara, Haemocyte dan Micronuclei

Dari hasil penelitian penelitian sebelumnya tentang logam berat Pb di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul dapat dilihat pada roadmap di tabel 1. Salah satu roadmap tentang kadar Pb di air dan sedimen di pantai Kedawang adalah menurut penelitian Adhityo (2013), kadar Pb air di pantai Kedawang sebesar 0,115 – 0,156 ppm dan kadar Pb sedimen di pantai Kedawang sebesar 2,3 – 5,44 ppm. Sedangkan penelitian – penelitian sebelumnya tentang logam berat Pb di pantai Mlaten yaitu Pb air sebesar 0,113 – 0,142 dan pb pada sedimen sebesar 3,10 – 4,50 ppm (Megawati, 2015).

Tabel 1. Hasil- hasil penelitian tentang Logam Berat Pb (Timbal) di Pantai Utara Pasuruan.

No.	Jenis Logam Berat	Lokasi	Hasil	Sumber
1.	Kandungan logam berat Pb pada akar dan batang mangrove <i>Sonneratia casseolaris</i>	Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Desa Kedawang, Kecamatan Nguling Pasuruan	<ul style="list-style-type: none"> - Kadar Pb air di kawasan mangrove Wonorejo berkisar 0,087 - 0,116 ppm - Kadar Pb air di kawasan mangrove Kedawang berkisar 0,115 – 0,156 ppm - Kadar Pb sedimen di kawasan mangrove Wonorejo berkisar 3,85 – 13,14 ppm - Kadar Pb sedimen di kawasan mangrove Kedawang 2,3 – 5,44 ppm 	Adhityo (2013)
2.	Kandungan logam berat (Pb) pada akar dan batang mangrove <i>Avicennia alba</i>	Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya dan Desa Kedawang, Kecamatan Nguling Pasuruan	<ul style="list-style-type: none"> - Kadar Pb air di kawasan mangrove Gunung Anyar sebesar 0,325 ppm - Kadar Pb air di kawasan mangrove Kedawang sebesar 0,145 ppm - Kadar Pb sedimen di kawasan mangrove Gunung Anyar sebesar 12,015 ppm - Kadar Pb sedimen di kawasan mangrove Kedawang sebesar 2,91 ppm - Kadar Pb di kawasan mangrove Gunung Anyar pada akar <i>A. alba</i> sebesar 4,6 ppm - Kadar Pb di kawasan mangrove Kedawang pada akar <i>A. alba</i> sebesar 2,86 ppm - Kadar Pb di kawasan mangrove Gunung Anyar pada batang <i>A. alba</i> sebesar 1,365 ppm 	Baedowi (2013)

			- Kadar Pb di kawasan mangrove Kedawang pada batang <i>A. alba</i> sebesar 0,72 ppm	
--	--	--	---	--

No.	Jenis Logam Berat	Lokasi	Hasil	Sumber
3.	Kandungan logam berat (Pb) dan gambaran histologi pada akar dan buah mangrove <i>Avicennia alba</i>	Kawasan Mangrove Gunung Anyar, Surabaya dan Desa Kedawang, Kecamatan Nguling Pasuruan	<ul style="list-style-type: none"> - Kadar Pb air di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 0,28 – 0,37 ppm - Kadar Pb air di kawasan mangrove Kedawang berkisar 0,12 – 0,17 ppm - Kadar Pb sedimen di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 10,72 – 12,04 ppm - Kadar Pb sedimen di kawasan mangrove Kedawang berkisar 2,08 – 3,73 ppm - Kadar Pb pada akar <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 3,74 – 5,45 ppm - Kadar Pb pada akar <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 1,85 – 3,29 ppm - Kadar Pb pada buah <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 0,34 – 0,55 ppm - Kadar Pb pada buah <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 0,16 – 0,34 ppm 	Lestyningrum (2013)
4.	Kandungan logam berat (Pb) pada akar dan daun mangrove <i>Avicennia alba</i>	Kawasan Mangrove Gunung Anyar, Surabaya dan Desa Kedawang, Kecamatan Nguling Pasuruan	<ul style="list-style-type: none"> - Kadar Pb air di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 0,28 – 0,37 ppm - Kadar Pb air di kawasan mangrove Kedawang berkisar 0,12 – 0,17 ppm - Kadar Pb sedimen di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 10,72 – 12,04 ppm - Kadar Pb sedimen di kawasan mangrove Kedawang berkisar 2,08 – 3,73 ppm - Kadar Pb pada akar nafas <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 2,02 – 3,09 	Salsabela (2013)

			ppm - Kadar Pb pada akar nafas <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Kedawang berkisar 1,06 – 2,22 ppm
--	--	--	---

No.	Jenis Logam Berat	Lokasi	Hasil	Sumber
			<ul style="list-style-type: none"> - Kadar Pb pada ujung <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 1,72 – 2,35 ppm - Kadar Pb pada ujung <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Kedawang berkisar 0,78 – 1,62 ppm - Kadar Pb pada akar total <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Gunung Anyar berkisar 3,74 – 5,44 ppm - Kadar Pb pada akar total <i>A.alba</i> di kawasan mangrove Kedawang berkisar 0,78 – 1,62 ppm - Kadar Pb di Gunung Anyar pada daun tua <i>A.alba</i> 0,71 – 0,98 ppm - Kadar Pb di Gunung Anyar pada daun sedang <i>A.alba</i> 0,49 -0,79 ppm - Kadar Pb di Gunung Anyar pada daun muda <i>A.alba</i> 0,31 -0,59 ppm - Kadar Pb di Kedawang pada daun tua <i>A.alba</i> 0,28 – 0,50 ppm - Kadar Pb di Kedawang pada daun sedang <i>A.alba</i> 0,15 – 0,28 ppm - Kadar Pb di Kedawang pada daun muda <i>A.alba</i> 0,09 – 0,22 ppm 	
5.	Kandungan logam berat (Pb) pada akar dan daun mangrove <i>Rhizophora macronata</i>	Desa Mlaten, Kecamatan Nguling, Pasuruan	<ul style="list-style-type: none"> - Kandungan logam berat Pb pada air di stasiun 1 rata-rata 0,124 ppm - Kandungan logam berat Pb pada air di stasiun 2 rata-rata 0,113 ppm - Kandungan logam berat Pb pada air di stasiun 3 rata-rata 0,142 ppm 	Megawati (2014)

			- Kandungan logam berat Pb pada sedimen di stasiun 1	
--	--	--	--	--

No.	Jenis Logam Berat	Lokasi	Hasil	Sumber
			<p>rata-rata 3,54 ppm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kandungan logam berat Pb pada sedimen di stasiun 2 rata-rata 4,50 ppm - Kandungan logam berat Pb pada sedimen di stasiun 3 rata-rata 3,10 ppm - Kandungan logam berat Pb pada akar <i>R.mucronata</i> di stasiun 1 rata-rata 2,24 ppm - Kandungan logam berat Pb pada akar <i>R.mucronata</i> di stasiun 2 rata-rata 3,95 ppm - Kandungan logam berat Pb pada akar <i>R.mucronata</i> di stasiun 3 rata-rata 2,11 ppm - Kandungan logam berat Pb pada daun <i>R.mucronata</i> di stasiun 1 rata-rata 0,45 ppm - Kandungan logam berat Pb pada daun <i>R.mucronata</i> di stasiun 2 rata-rata 0,62 ppm - Kandungan logam berat Pb pada daun <i>R.mucronata</i> di stasiun 3 rata-rata 0,28 ppm 	

Tabel 2. Hasil- hasil penelitian tentang Hemosit dan Mikronuklei

No.	Spesies	Pencemar	Lokasi	Hasil	Sumber
1.	<i>Scylla serrata</i>	Logam berat (Nikel)	Daerah Air Payau Muttukadu, dekat Chennai, Tamil Nadu, India.	-Nilai total hemosit adalah : Control : $7,5 \pm 0,13$ Nikel 40 mg/L : $6,2 \pm 0,10$ Nikel 50 mg/L : $5,8 \pm 0,11$ Nikel 60 mg/L : $5,2 \pm 0,09$	Vijayavel <i>et al.</i> , 2009
2.	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Injeksi <i>Vibrio alginolyticus</i>	Pantai Pasifik dari Teluk California ke utara Peru	- Granulosit 1) Salinitas 35 ‰ : $40 \times 10^{-5} \text{ ml}^{-1}$ 2) Salinitas 25 ‰ : $39,5 \times 10^{-5} \text{ ml}^{-1}$ 3) Salinitas 20 ‰ : $37 \times 10^{-5} \text{ ml}^{-1}$ 4) Salinitas 15 ‰ : $30,9 \times 10^{-5} \text{ ml}^{-1}$ -Hyalin 1) Salinitas 15‰ : $115 \times 10^{-5} \text{ ml}^{-1}$ 2) Salinitas 20‰ : $97,9 \times 10^{-5} \text{ ml}^{-1}$ 3) Salinitas 25‰ : $96 \times 10^{-5} \text{ ml}^{-1}$ 4) Salinitas 35‰ : $95,9 \times 10^{-5} \text{ ml}^{-1}$	Chang <i>et al.</i> , 2010
3.	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Injeksi <i>Vibrio alginolyticus</i>	Ilan, Taiwan	- Granulosit pada Ph 6,5. 8,2 10,1: $60 \pm 1 \times 10^{-5} - 61 \pm 1 \times 10^{-5} \text{ cells ml}^{-1}$ - Hyalin Pada Ph 6,5. 8,2 10,1: $80 \pm 2 \times 10^{-5} - 83 \pm 1 \times 10^{-5} \text{ cells ml}^{-1}$	Chang dan Chen, 2008

No.	Spesies	Lokasi	Hasil		Sumber
3.	<i>Ucides cordatus</i>	Kawasan mangrove di Cubatio dan Jurena-Itatins, Sao Paulo, Brazil	-Total MN di Jurena-Itatins: (Kadar Pb pada Sedimen 4,56 mg/L) 1.) Sel MN : 8 2.) Sel MN : 11 3.) Sel MN : 6 4.) Sel MN : 10 5.) Sel MN : 3 6.) Sel MN : 1 7.) Sel MN : 4 8.) Sel MN : 4 9.) Sel MN : 6 10.) Sel MN : 6 Total : 59	-Total MN di Cubatio: (Kadar Pb pada Sedimen 5,33 mg/L) 1.) Sel MN : 7 2.) Sel MN : 12 3.) Sel MN : 13 4.) Sel MN : 15 5.) Sel MN : 12 6.) Sel MN : 19 7.) Sel MN : 26 8.) Sel MN : 18 9.) Sel MN : 14 10.) Sel MN : 20 Total : 156	Pinheiro <i>et al.</i> , (2013)



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah darah (hemolimph) dari Kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang diamati hemositnya dan micronucleinya yang terdapat pada kawasan ekosistem mangrove di Pantai Utara Pasuruan, serta sampel air dari perairan di ketiga lokasi yang meliputi parameter kualitas air pendukung yaitu suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), total padatan tersuspensi (TSS), dan analisis logam berat Pb pada sedimen dan air. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif observasional dengan pengambilan sampel secara acak atau random. Pada metode ini pengambilan data dilakukan tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tapi juga meliputi analisis dan pembahasan dari data tersebut. Metode ini bertujuan untuk membuat penggambaran secara sistematis, nyata dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat populasi atau daerah tertentu (Suryabrata, 1994). Pengambilan data penelitian ini akan dilakukan dengan mengambil dua macam data yaitu data primer dan data sekunder.

3.2.1 Teknik Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer atau sering disebut data tangan pertama atau first hand of informasi, adalah sumber informasi yang berasal dari yang berwenang dan

bertanggung jawab terhadap data tersebut (Notoadmojo, 2005). Jadi data primer merupakan data yang diperoleh dari pelaku kegiatan, diamati dan dicatat untuk pertama kali. Pengumpulan data ini diperoleh secara langsung dengan melakukan pengamatan dan dapat dari hasil observasi dan wawancara.

- **Observasi**

Observasi atau pengamatan adalah suatu prosedur yang berencana, yang antara lain meliputi : melihat dan mencatat jumlah dan taraf aktivitas tertentu yang hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoadmojo, 2005). Sedangkan menurut Marzuki (1983), observasi berarti melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki, tanpa mengajukan pertanyaan – pertanyaan. Observasi yang dilakukan meliputi kegiatan pengambilan darah keping (*hemolymph*) Kepiting bakau (*Scylla serrata*) dan pengukuran parameter kualitas air baik parameter fisika maupun parameter kimia, serta mengadakan pengamatan secara langsung tentang kondisi perairan di kawasan ekosistem mangrove.

- **Wawancara**

Wawancara merupakan suatu metode yang dipergunakan untuk mengumpulkan data, dimana peneliti mendapatkan keterangan atau pendirian secara lisan dari seseorang sasaran penelitian (responden) atau bercakap-cakap berhadapan muka dengan orang tersebut (*face to face*). Jadi data tersebut diperoleh langsung dari responden melalui suatu pertemuan atau percakapan. Wawancara sebagai pembantu utama dari metode observasi (Notoadmodjo, 2005). Wawancara dalam penelitian ini bertujuan mencari informasi secara lisan dengan menggunakan narasumber (penduduk sekitar dan instansi setempat).

b. Data Sekunder

Data sekunder menurut Notoadmodjo (2005) adalah sumber informasi yang bukan dari tangan pertama, dan yang bukan mempunyai wewenang dan bertanggung jawab terhadap informasi atau data tersebut. Dengan kata lain data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, melainkan berasal dari orang kedua. Sedangkan menurut Nazir (1988), data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, yaitu data dari lembaga pemerintah, lembaga swasta, pustaka dan laporan lainnya. Data sekunder meliputi keadaan umum lokasi. Baik diperoleh langsung dari lapangan, jurnal, keterangan-keterangan, wawancara, publikasi serta kepustakaan lain. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi peta daerah tempat pengambilan sampel, data-data yang sudah ada mengenai ketiga lokasi pengambilan sampel. Informasi tersebut dapat diperoleh dari internet dan instansi terkait.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

3.4 Teknik Pengambilan Sample Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)

Sampel Kepiting bakau (*Scylla serrata*) diambil dengan menggunakan bambu runcing, dimana bambu runcing ini hanya digunakan untuk menggali lubang Kepiting bakau (*Scylla serrata*) dan kepiting ditangkap dengan tangan. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada masing-masing lokasi. Dan masing-masing lokasi

menggunakan ulangan sebanyak 3 kali dengan biota yg berbeda. Tiga kali ulangan untuk mewakili satu lokasi pengambilan sampel.

Sampel air sebagai parameter pendukung diambil pada 3 lokasi di kawasan mangrove. Parameter kualitas air yang diambil yaitu suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO) dan total padatan tersuspensi (TSS), sedimen dan air untuk dianalisa logam berat Pb.

3.5 Pengukuran dan Analisa Parameter

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah perubahan karakteristik hemosit serta kelainan inti sel dari Kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang tercemar logam berat Pb. Sedangkan parameter penunjang yang diamati adalah kualitas air yang meliputi parameter fisika (suhu, salinitas) serta parameter kimia (Ph, DO (*Dissolved oxygen*), TSS (Total Suspended Solid) serta analisa kadar Pb dalam perairan, sedimen dan daging Kepiting bakau (*Scylla serrata*).

3.5.1 Metode Pengambilan Darah (*Hemolymph*) Kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Pengambilan *haemolymph* Kepiting bakau (*Scylla serrata*) dilakukan dari mebran arthrodistal proksimal pada dasar kaki jalan kedua kanan dari kepiting menggunakan jarum suntik 26 G ukuran 1 ml dengan menggunakan Na sitrat 10% sebagai antikoagulan dengan perbandingan 1 : 1 (100 μ l anti koagulan). Pengambilan hemolymph seperti pada Gambar 9.



Gambar 8. Pengambilan *hemolymph* keping pada dasar kaki jalan kedua. *Hemolymph* dikumpulkan dan disimpan dalam tabung *ependorph* yang telah berisi *Tripin Blue Solution*. Selanjutnya, hemosit dalam suspensi diamati pada *glass slide* dan diperiksa di bawah mikroskop (Saha *et al.*, 2010).

3.5.2 Metode Pengamatan dan Perhitungan Profil Hemosit Keping Bakau (*Scylla spp.*)

3.5.2.1 Total Haemocyte Count (THC)

Hemolymph diambil sebanyak 100 µl per individu keping bakau (*Scylla spp.*) dan dipindahkan ke dalam tabung *ependorf* yang berisi 900 µl *Tripin Blue Stain Solution*. Tetesan pertama *hemolymph* pada suntikan dibuang, selanjutnya *hemolymph* ditetaskan pada *haemocytometer* dan dihitung jumlah selnya per ml dibawah mikroskop dengan perbesaran 40 kali. Total hemosit dihitung dengan menggunakan formulasi Wootton *et al.* (2003) :

$$\text{THC} = \frac{\text{Total hemolymph yang dihitung} \times \text{Faktor Pengenceran} \times 2 \times 10^4}{\text{Jumlah kotak yang dihitung}}$$

3.5.2.2 Differential Haemocyte Count (DHC)

Hemolymph yang telah diambil dicampur dengan antikoagulan dengan perbandingan 1 : 1 sesuai prosedur sebelumnya kemudian ditetaskan pada *glass slide*, didiamkan selama 30 menit lalu diusap dengan tissue, tutup dengan baker's formol kemudian dikeringkan di udara selama 30 menit dan difiksasi dengan methanol 100% selama 5 menit. Setelah itu dikeringkan udara kembali dan diwarnai dengan larutan giemsa 10% selama 10 menit, dicuci dalam air mengalir selama 30 detik dan dibiarkan kering. Preparat diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 100 kali dan dibedakan menurut jenisnya yaitu sel hyalin, semi

granular dan granular. Persentase jenis hemosit dihitung dengan menggunakan rumus Martin dan Graves (1995) :

$$\text{Jenis sel hemosit (\%)} = \frac{\text{jumlah tiap jenis sel}}{\text{total sel hemosit}} \times 100$$

3.5.3 Pengamatan Micronuclei Pada Sel Darah (*Haemocyte*) Kepiting Bakau (*Scylla spp.*)

Uji micronuclei (MN Assay) ditujukan untuk menilai sel yang mengandung satu atau lebih mikronuklei yang ada dalam sitoplasma (Schmid, 1975). Pengamatan Micronuklei pada hemolymph kepiting prosedurnya sebagai berikut :

1. Diambil 1 ml Hemoliph
2. Campur larutan fiksasi (10% asam asetat+ methanol murni)
3. Setrifuse kurang lebih 5 Menit dengan RPM 1000
4. Dibuang supernatan hingga tersisa pelet
5. Smear diatas objek glass
6. Keringkan dengan udara
7. Diberi pewarnaan Giemsa 5%
8. Pada sel hemosit diamati nukleusnya (inti), perhatikan ada inti sel yang terpisah ukurannya lebih kecil 1/3 dari inti normal.
9. Diamati tiap sel dan dihitung frekuensi mikronuklei dengan menggunakan rumus (Palacio *et al.*, 2009) :

$$\text{Frekuensi Mikronuklei} = \frac{(\text{NO sell Mikronuklei}) \times (1000)}{\text{total sel yang dihitung}}$$

3.6 Metode Pengukuran Kualitas Air

Metode pengambilan dan penanganan contoh air serta metode kualitas air menggunakan parameter fisika dan kimia, adapun uraiannya sebagai berikut:

3.6.1 Suhu

Pengukuran suhu dilakukan secara insitu menggunakan thermometer Hg dengan membaca skala raksa yang tertera pada alat tersebut pada saat dibenamkan dalam perairan di kawasan mangrove. Pengukuran suhu menurut Bloom (1998) dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

- Memasukkan Thermometer Hg ke dalam perairan, dan menunggu beberapa saat sampai air raksa dalam thermometer berhenti pada skala tertentu.
- Mencatat dalam skala °C.
- Membaca skala pada saat thermometer masih di dalam air, dan jangan sampai tangan menyentuh bagian air raksa thermometer.

3.6.2 Salinitas

Pengukuran salinitas dengan menggunakan alat refraktometer. Menurut Lind (1997), cara pengukuran salinitas menggunakan refraktometer adalah :

- Membrane refraktometer dibersihkan dengan aquades dan dikeringkan dengan tissue.
- Air sample diambil dengan menggunakan pipet tetes dan ditetaskan 1-2 tetes pada membrane refraktometer kemudian ditutup.
- Refraktometer diarahkan menuju sumber cahaya dan nilai salinitas langsung dibaca pada lensa refraktometer, yaitu skala pada batas yang berwarna kebiruan disebelah kanan tiap skala yang bersatuan ppt (skala sebelah kanan).

3.6.3 DO (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran DO menggunakan metode winkler. Prosedur pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) menurut Bloom (1998) adalah membuat pereaksi terlebih dahulu baru kemudian dilakukan pengukuran DO yaitu sebagai berikut :

Pereaksi :

- MnSO_4 : 240 gram MnSO_4 dilarutkan dalam 250 ml aquades.
- $\text{NaOH} + \text{KI}$: 125 gram NaOH dan 33,75 KI dilarutkan dalam 250 ml aquades dan disimpan dalam botol yang tertutup rapat.
- Natrium thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,025 N : 3,1025 gram $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dilarutkan dalam 500 ml aquades dan disimpan dalam botol gelas. Aquades yang dipakai dididihkan dahulu kemudian didinginkan.
- H_2SO_4 pekat atau phosphoric acid.
- Amylum : 2 gram starch (amylum) dilarutkan dalam 100 ml aquades dan dipanaskan sampai beberapa menit, kemudian ditambahkan 0,5 ml formalin sebagai pengawet.

Prosedur :

- Mengukur dan mencatat volume botol DO yang akan digunakan.
- Memasukkan botol DO ke dalam air yang akan diukur oksigennya secara perlahan-lahan dengan posisi miring dan diusahakan jangan sampai terjadi gelembung udara dan ditutup.
- Membuka botol yang berisi contoh, tambahkan 2 ml MnSO_4 dan 2 ml $\text{NaOH} + \text{KI}$ lalu bolak balik sampai terjadi endapan coklat. Kemudian diendapkan dan dibiarkan selama 30 menit.

- Membuang air yang bening di atas endapan, kemudian endapan yang tersisa diberi 1-2 ml H₂SO₄ pekat dan kocok sampai endapan larut.
- Memberi 3-4 tetes amylum, dititrasi dengan Na-thiosulfat 0,025 N sampai jernih atau tidak berwarna untuk pertama kali.
- Mencatat ml Na-thiosulfat yang terpakai (titran)
- Mengukur DO dengan perhitungan :

$$DO \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{V \text{ titran} \times N \text{ titran} \times 8 \times 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$

Keterangan :
 v = ml larytan Natrium Thiosulfat untuk titrasi
 N = normalitas larutan Natrium thiosulfate
 V = volume botol DO

3.6.4 pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman (pH) perairan diukur dengan menggunakan pH paper. Pengukuran derajat keasaman (pH) menurut Bloom (1998) dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

- Menyiapkan pH paper
- Memasukkan pH paper ke dalam contoh air sekitar 3 menit, kemudian cocokkan perubahan warna pH paper dengan kotak standar.

3.6.5 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS menunjukkan besarnya padatan tersuspensi di dalam air atau limbah. Metode yang digunakan adalah metode Gravimetri. Adapun prosedur pengukuran TSS mengacu pada Interuksi Kerja Pengukuran Kualitas Air di Laboratorium Jasa Tirta 1:

- Disiapkan alat dan contoh uji air

- Dicuci kertas saring dan cawan
- Dimasukkan kertas saring dan cawan untuk TSS dalam oven 103 °C -105°C selama ± 1 jam, kemudian dipindahkan dalam muffle 550 °C -552 °C selama ± 15 menit.
- Didinginkan dan disimpan dalam desikator selama belum digunakan.
- Ditimbang dengan neraca analitik sesegera mungkin sebelum digunakan.
- Dikocok contoh uji air dan saring 100 ml contoh uji air dengan kertas saring yang telah diketahui berat tetapnya.
- Diletakkan kertas saring diatas cawan TSS yang telah diketahui berat tetapnya.
- Dimasukkan cawan ke dalam oven 103°C -105°C minimal 1 jam.
- Didinginkan cawan dalam desikator hingga suhu ruang.
- Ditimbang menggunakan timbangan analitik dan ulangi hingga diperoleh berat tetap.
- Dihitung konsentrasi TSS dengan rumus:

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

A: Berat kertas saring berisi residu tersuspensi (mg)

B: Berat kertas saring kosong (mg)

3.6.6 Analisis kadar Pb (timbal)

Adapun prosedur dalam analisa kadar Pb yang pertama yaitu dilakukan preparasi pada sampel air dan daging

3.6.6.1 Preparasi sampel air

Menurut Sembel (2011), dalam menganalisa logam berat, contoh air disaring dengan menggunakan kertas saring nucleopore, dengan ukuran pori 0.45 µm, yang

telah direndam dalam Hcl 6N selama seminggu dan dibilas dengan aquadest. Setelah disaring contoh air diawetkan dengan menambahkan HNO₃. Pengukuran logam berat menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrofotometry) yang mempunyai ketelitian 0.001 dan batas deteksi minimal 0.005 mg/l untuk Pb. Dalam pengukuran dengan AAS ini, masing-masing dilakukan ulangan sebanyak 3 kali.

3.6.6.2 Preparasi sampel sedimen

Menurut Makmur *et al.*(2013), prosedur preparasi sampel sedimen yang akan dianalisis kadar logam berat Pb (timbal) adalah :

- Ditimbang masing-masing sampel sedimen sebanyak 5 gram
- Dimasukkan dalam tanur pada suhu 450-500 °C (pengabuan selama ±1 jam
- Dilarutkan dengan menambahkan 10 ml HNO₃
- Ditambahkan aquades sampai volume menjadi 50 ml
- Dipanaskan diatas hot plate hingga mendidih dan volume berkurang 40 ml
- Bila belum terjadi kabut, ulangi penambahan HNO₃ sebanyak 10 ml pada larutan tersebut.
- Dipanaskan kembali hingga terjadi kabut
- Setelah terjadi kabut ditambahkan kembali larutan dengan aquades sehingga volume sample menjadi 50 ml
- Diendapkan larutan yang telah diendapkan disaring fasa airnya dengan kertas saring
- Dianalisis larutan yang diperoleh.

3.6.6.3 Preparasi sampel daging

Prosedur analisis logam berat Pb dapat ditentukan sesuai dengan (AOAC

1980 dalam Sandro *et al.*, 2013) adalah sebagai berikut:

- Sampel keping diambil bagian dagingnya.
- Sampel ditimbang sebanyak 2,5 gr dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer.
- Tambahkan 25 ml HNO₃ pekat ke dalam Erlenmeyer dengan menggunakan ball pipet.
- Panaskan sampel yang telah ditambahkan HNO₃ pekat dengan hot plate dengan suhu 100°C selama 30 menit hingga mendidih sampai daging larut dalam bentuk cair, setelah itu dinginkan pada lemari asam.
- Sampel cair yang telah dingin kemudian ditambahkan 10 ml HClO₄ 70% dan panaskan dengan hot plate dengan suhu 100°C hingga sampel tidak berwarna/bening, setelah itu angkat dan dinginkan.
- Sampel disaring menggunakan kertas saring dan corong kedalam labu ukur.
- Tambahkan aquadest kedalam labu ukur 100 ml dengan menggunakan ball pipet hingga tanda garis merah.
- Sampel diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

3.6.6.4 Pembuatan larutan standar logam timbal (Pb)

Menurut Makmur *et al.*, (2013) prosedur pembuatan larutan standart logam berat Pb (timbal) adalah pertama logam Pb ditimbang sebanyak 1 g. kemudian dilarutkan dengan aquades dalam labu takar 1000 ml. Larutan tersebut mengandung 1000 mg/L yang dinamakan larutan induk. Sebanyak 10 ml dari larutan induk dipipet lalu dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml kemudian ditambahkan aquades sampai garis tanda akhir. Larutan yang diperoleh mengandung konsentrasi 100 mg/L. dari larutan 100 mg/L dipipet sebanyak 10 ml lalu dimasukkan ke dalam labu

takar 100 ml kemudian ditambahkan aquades sampai garis tanda akhir untuk mendapatkan larutan dengan konsentrasi 10 mg/L. Dibuat larutan dengan konsentrasi 10 mg/L sebanyak 5 ulangan untuk mempermudah larutan standar berikutnya. Untuk mendapatkan larutan standart dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1 mg/L berturut-turut di pipet sebanyak 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml dan 10 ml dari larutan 10 mg/L lalu masing-masing dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml kemudian ditambahkan aquades sampai garis tanda akhir.

Adapun prosedur pembuatan larutan baku logam timbal :

- Dimasukkan logam Pb yang telah ditimbang sebanyak 1 gr ke dalam labu ukur berukuran 100 mL lalu dilarutkan dengan aquades.
- Diambil 10 mL dari larutan induk menggunakan pipet lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ML dan ditambahkan aquades sampai garis tanda akhir untuk mendapatkan larutan dengan konsentrasi 10mg/L.

3.6.6.5 Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb)

Untuk mengetahui konsentrasi logam berat yang sebenarnya digunakan rumus Hutagalung dan Permana (1994) *dalam* Deri *et al.*, (2013), yaitu pada persamaan (1) berikut :

$$K. \text{sebenarnya} = \frac{K \text{ AAS} \times V.p}{W.s}$$

Dimana :

K sebenarnya = konsentrasi sebenarnya (mg/L)

K AAS = konsentrasi atomic absorption spectrofometer (mg/L)

V.p = volume pelarut (L)

W.s = berat sampel (mg).

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan, selanjutnya di analisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan atau menggambarkan kadar logam berat pada sedimen.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Pengambilan Sample di Pantai Utara

Sampel kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang digunakan dalam penelitian diambil dari 3 pantai yakni Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul yang memiliki karakterisasi yang berbeda-beda. Berikut akan dijelaskan masing-masing pantai.

4.1.1 Keadaan Umum Pantai Kedawang

Secara geografis, Desa Kedawang memiliki luas wilayah ±358 Ha dengan penduduk sebanyak 6.301 jiwa. Batas-batas wilayah Desa Kedawang adalah sebelah utara berbatasan dengan Selat Madura, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Nguling Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan, sebelah barat berbatasan dengan Desa Lekok Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan, dan sebelah timur berbatasan dengan Desa Mlaten Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan.

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Mangrove Desa Kedawang Kecamatan Nguling, Pasuruan, Jawa Timur. Secara geografis Desa Kedawang terletak 7°41'52.9"- 7°41'55.9" lintang selatan dan 113°4'55.6"-113°5'57.9" bujur timur (google earth, 2014).

Desa Kedawang merupakan desa yang hampir sebagian besar masyarakatnya bermata pencaharian sebagai nelayan, sehingga masyarakat di desa tersebut menggantungkan hidup pada sumberdaya alam di laut.

Tempat pengambilan sample kepiting bakau (*Scylla serrata*) yaitu di areal pertambakan yang kini sudah tidak dipergunakan lagi. Di sekitar pantai Kedawang

tidak terlalu banyak sampah, hanya saja banyak kapal nelayan yang bersandar di sekitar pantai., seperti yang terlihat pada **gambar 9**.



Gambar 9. Lokasi pengambilan sample Kepiting bakau (*Scylla serrata*) di Pantai Kedawang, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

4.1.2 Keadaan Umum Pantai Mlaten

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Mangrove Desa Mlaten Kecamatan Nguling, Pasuruan, Jawa Timur. Secara geografis Desa Mlaten terletak di $7^{\circ}41'52.9''$ - $7^{\circ}41'55.9''$ LS dan $113^{\circ}4'55.6''$ - $113^{\circ}5'57.9''$ BT (Google earth, 2014).

Secara geografis, luas wilayah Desa Mlaten sebesar ± 64 Ha dengan jumlah penduduk sebesar 1.846 jiwa yang terdiri dari 830 laki-laki dan 1.016 perempuan. Penduduknya sebanyak 1.107 jiwa bekerja sebagai nelayan, 553 jiwa bekerja sebagai perani dan 186 jiwa bekerja sebagai PNS. Batas wilayah dari Desa Mlaten ini adalah sebelah utara berbatasan dengan Selat Madura, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Nguling Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan, sebelah barat berbatasan dengan Desa Mlaten Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan, sebelah timur berbatasan dengan Sungai Lawean Desa Tambakrejo, Kecamatan Tongas, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur.

Pantai Mlaten merupakan salah satu pantai yang berlokasi di desa Mlaten, Kecamatan Nguling, Kabupaten Pasuruan. Sama halnya seperti pantai Kedawang,

pantai Mlaten juga memiliki kawasan mangrove, hanya saja kawasan mangrove di pantai Mlaten lebih kecil dari pantai Kedawang dan pantai Penunggul.

Kondisi pantai di desa Mlaten ini sangat kotor, karena terlalu banyak sampah yang menggenangi perairan. Selain itu masyarakat di desa ini juga memproduksi ikan asin untuk dijual, kemungkinan kotornya pantai tersebut juga berasal dari limbah produksi ikan asin. Tempat pengambilan sample kepiting bakau (*Scylla serrata*) yaitu di areal sandaran kapal nelayan yang terlihat seperti pada **gambar 10**.



Gambar 10. Lokasi pengambilan sample Kepiting bakau (*Scylla serrata*) di Pantai Mlaten, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

4.1.3 Keadaan Umum Pantai Penunggul

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Mangrove Desa Penunggul Kecamatan Nguling, Pasuruan, Jawa Timur. Secara geografis Desa Penunggul terletak pada $112^{\circ} 33' 5'' - 113^{\circ} 05' 37''$ BT dan antara $7^{\circ} 57' 20''$ (Google earth, 2014).

Desa Penunggul merupakan desa pesisir yang memiliki luas 57 Ha, yang meliputi Tanah Ladang seluas 16 Ha, Tanah Persawahan seluas 17 Ha, Tanah Pemukiman seluas 18 Ha, dan Tanah Hutan Bakau Milik Negara seluas 6 Ha. Wilayah Desa Penunggul terbagi menjadi 2 (dua) dusun antara lain Dusun Pesisir dan Dusun Sawahan. Dalam rangka memaksimalkan fungsi pelayanan terhadap masyarakat di Desa Penunggul, dari kedua dusun tersebut terbagi menjadi 2 Rukun

Warga (RW) dan 4 Rukun Tetangga (RT). Batas-batas wilayah Penunggul adalah Sebelah Utaraberbatasan dengan Selat Madura, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Nguling Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan, sebelah timur berbatasan dengan Desa Tambakrejo Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggodan sebelah barat berbatasan dengan Desa Mlaten Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan (Komunikasi Pribadi, 2015).

Lokasi Pengambilan sample Kepiting bakau (*Scylla serrata*) yaitu di areal bekas pertambakan yang sudah tidak digunakan lagi dan sebagian areal pertambakan tersebut digunakan sebagai tempat pembibitan mangrove dan kawasan mangrove tersebut jauh dari pemukiman, karena mangrove di pantai panunggul merupakan tempat untuk rekreasi dan kondisi mangrove sangat terjaga. Seperti terlihat pada **gambar 11**.



Gambar 11. Lokasi pengambilan sample Kepiting bakau (*Scylla serrata*) di Pantai Penunggul, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

4.2 Kadar Logam Berat Pb pada Perairan di Pantai Utara Pasuruan

Kandungan logam berat Pb (Timbal) pada air laut baik di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul menunjukkan hasil yang berbeda-beda, hal ini

dikarenakan adanya perbedaan kerapatan mangrove maupun sumber bahan pencemar dari tiap lokasi penelitian. Hasil kandungan logam berat Pb di ketiga lokasi yang berbeda yaitu di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Data Logam Berat (Pb) Pada Air, Sedimen dan Daging pada Kepiting Bakau yang di ambil dari Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul.

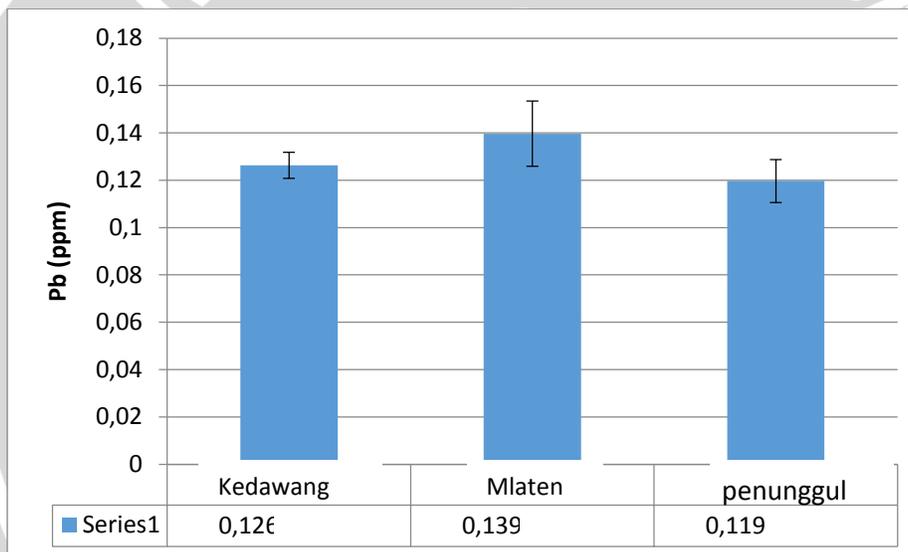
No.	Sampel	Lokasi	Hasil	Rata-rata	Standar Deviasi	Satuan
1	Air	Kedawang	0,120 ^(a)	0,126	0,005	ppm
			0,130 ^(b)			
			0,129 ^(c)			
		Mlaten	0,124 ^(a)	0,140	0,014	ppm
			0,150 ^(d)			
			0,145 ^(d)			
		Penunggul	0,116 ^(a)	0,10	0,009	ppm
			0,113 ^(d)			
			0,130 ^(d)			
2	Sedimen	Kedawang	3,72 ^(a)	3,147	0,49	ppm
			2,81 ^(b)			
			2,91 ^(c)			
		Mlaten	3,87 ^(a)	3,713	0,14	ppm
			3,67 ^(d)			
			3,60 ^(d)			
		Penunggul	3,613 ^(a)	3,264	0,30	ppm
			3,1 ^(d)			
			3,08 ^(d)			
3	Daging	Kedawang	0,029 ^(a)	0,075	0,040	ppm
			0,094 ^(e)			
			0,103 ^(e)			
		Mlaten	0,083 ^(a)	0,097	0,013	ppm
			0,110 ^(e)			
			0,098 ^(e)			
		Penunggul	0,021 ^(a)	0,059	0,032	ppm
			0,076 ^(e)			
			0,080 ^(e)			

Keterangan:

- Data Primer Analisa Pb dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang.
- Data sekunder diambil dari hasil penelitian skripsi sebelumnya yaitu Salsabela, (2013).

- c) Data sekunder diambil dari hasil penelitian skripsi sebelumnya yaitu Baedowi, (2013).
 - d) Data sekunder diambil dari hasil penelitian skripsi sebelumnya yaitu Megawati, (2013).
 - e) Data Primer Analisa Pb Daging Kepiting dari Lab. Kualitas air Perusahaan Jasa Tirta 1 Malang.
- Syarat penggunaan data sekunder harus pada lokasi dan metode yang sama.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat Pb di perairan pantai Kedawang sebesar 0,126 ppm, di pantai Mlaten rata-rata kadar logam berat Pb sebesar 0,139 ppm dan di pantai Penunggul kadar logam berat Pb sebesar 0,119 ppm. Kadar Pb pada Ketiga lokasi berbeda juga dapat di lihat pada **gambar 12**.



Gambar 12. Rata-rata Logam Berat Pb pada perairan di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kadar Pb air tertinggi terdapat di pantai Mlaten dan kadar Pb air terendah di pantai Penunggul. Berdasarkan keberadaan mangrove di pantai Kedawang ditumbuhi oleh mangrove yang tidak terlalu lebat, Pantai Mlaten dengan kondisi Mangrove yang Jarang atau tidak lebat dan Pantai Penunggul dengan kondisi mangrove lebat dan rimbun hal ini juga mempengaruhi keberadaan Timbal(Pb). Karena Mangrove mempunyai kemampuan menyerap

Logam berat dalam perairan. Menurut Panjaitan (2009), mangrove memiliki kemampuan dalam menyerap bahan-bahan organik dan non organik dari lingkungannya kedalam tubuh. Proses ini merupakan bentuk adaptasi mangrove terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan (Deri *et al.*, 2013) Melalui akarnya vegetasi mangrove dapat menyerap logam-logam berat yang terdapat pada sedimen maupun kolom air.

Selain itu tingginya kadar Pb air di pantai Mlaten disebabkan karena banyaknya masukan limbah padat maupun cair domestik yang dibuang langsung ke dalam perairan, sedangkan tingginya Pb di air laut sendiri berasal dari buangan sisa bahan bakar kapal, cat kapal, mengingat banyaknya kapal yang bersandar di pantai Mlaten dan kegiatan industri ikan di Wilayah Pantai Mlaten. Menurut Rochyatun (2006), Senyawa logam berat biasanya banyak terdapat dalam limbah industri, Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Dari keempat jenis limbah tersebut, limbah yang umumnya paling banyak mengandung logam berat adalah limbah industri. Dampak kontaminasi logam berat di lingkungan khususnya sektor industri menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah dan jenis pencemar yang masuk ke lingkungan, sehingga kesetimbangan lingkungan menjadi terganggu (Sanjaya, 2007).

Secara keseluruhan, kadar logam berat Pb air di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul berkisar antara 0,11 – 0,13 ppm, hal ini menunjukkan bahwa kadar tersebut telah melewati kisaran batas yang telah ditetapkan oleh Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, kadar logam berat Pb di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul telah melampaui batas yang diperbolehkan untuk kehidupan biota laut, yaitu sebesar 0,008 ppm. Hal ini akan sangat membahayakan

bagi biota laut maupun masyarakat pesisir karena logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu akan menjadi sumber racun bagi ekosistem suatu perairan. Rochyatun (2006), menyatakan bahwa banyaknya zat pencemar yang masuk ke laut telah melampaui daya dukungnya sehingga laut menjadi sangat kotor dan tercemar.

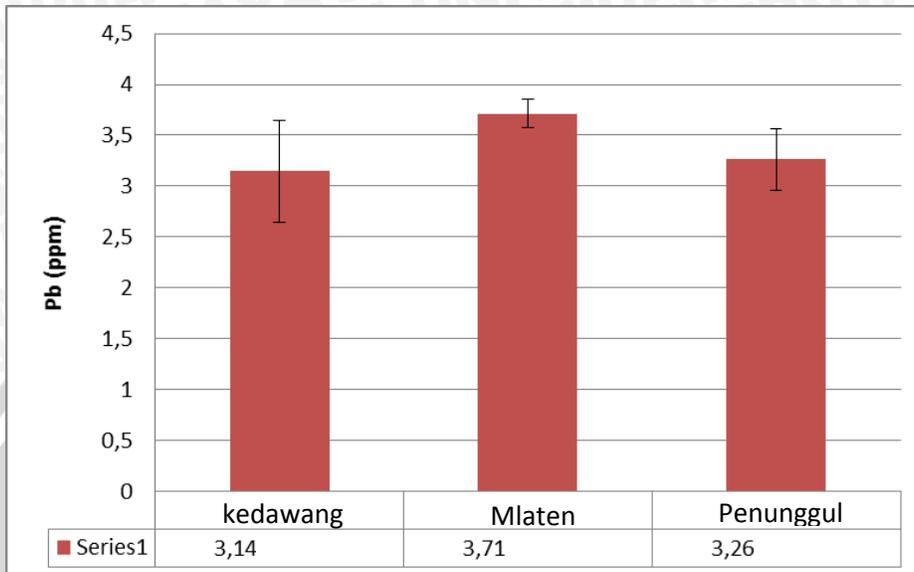
4.3 Kadar Logam Berat Pb pada Sedimen di Pantai Utara Pasuruan

Keberadaan kadar logam berat yang terlarut pada sedimen sangat tergantung pada baik buruknya kondisi perairan. Semakin tinggi aktivitas yang terjadi disekitar perairan baik di darat maupun di perairan maka kadar logam berat akan semakin meningkat pula. Kawasan mangrove pantai utara Pasuruan merupakan daerah yang sangat rawan terhadap pencemaran karena banyaknya buangan limbah-limbah rumah tangga yang berbahaya dan aktivitas perkapalan dimana limbah-limbah tersebut akan mengendap sehingga akan mengalami sedimentasi di sekitar area mangrove. Selain itu

Hasil kandungan logam berat Pb (Timbal) pada sedimen di di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul juga menunjukkan hasil yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan adanya perbedaan karakteristik maupun sumber bahan pencemar dari tiap lokasi penelitian. Hasil kandungan logam berat Pb pada sedimen di ketiga lokasi yang berbeda yaitu di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul dapat dilihat pada **Tabel 3** dan juga dapat dilihat pada **Gambar 13**.

Berdasarkan hasil yang di dapat menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat Pb pada sedimen di pantai Kedawang sebesar 3,14 ppm, di pantai Mlaten rata-rata kadar logam berat Pb di sedimen sebesar 3,71 ppm dan rata-rata kadar logam berat Pb pada sedimen di pantai Penunggul sebesar 3,26 ppm. Dari hasil

tersebut dapat dilihat kadar logam berat Pb pada sedimen yang tertinggi terdapat di pantai Mlaten dan kadar logam berat Pb terendah terdapat di pantai Kedawang.



Gambar 13. Rata-rata kadar Logam Berat Pb pada sedimen di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul.

Tingginya kadar Pb ini dikarenakan banyaknya masukan limbah padat maupun cair domestik yang dibuang langsung ke dalam perairan yang semakin lama akan semakin mengendap di dalam sedimen, sehingga tingginya Pb di sedimen sendiri berasal dari limbah-limbah rumah tangga yang cukup tinggi, kegiatan nelayan dalam berperahu. Hasil buangan limbah dan bahan bakar kapal motor serta bekas cat dari kapal motor akan mengendap di sedimen dan tidak dapat terakumulasi, sehingga akan mengganggu habitat biota yang sebagian hidupnya berada di sedimen pantai seperti kepiting biola. Menurut Palar (1994), Aktivitas manusia juga mempengaruhi masuknya Pb ke dalam perairan. Di antaranya adalah air buangan dari industri yang berkaitan dengan Pb, misalnya air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Buangan-buangan tersebut akan jatuh pada jalurjalur perairan seperti anak-anak sungai yang kemudian akan dibawa terus menuju lautan.

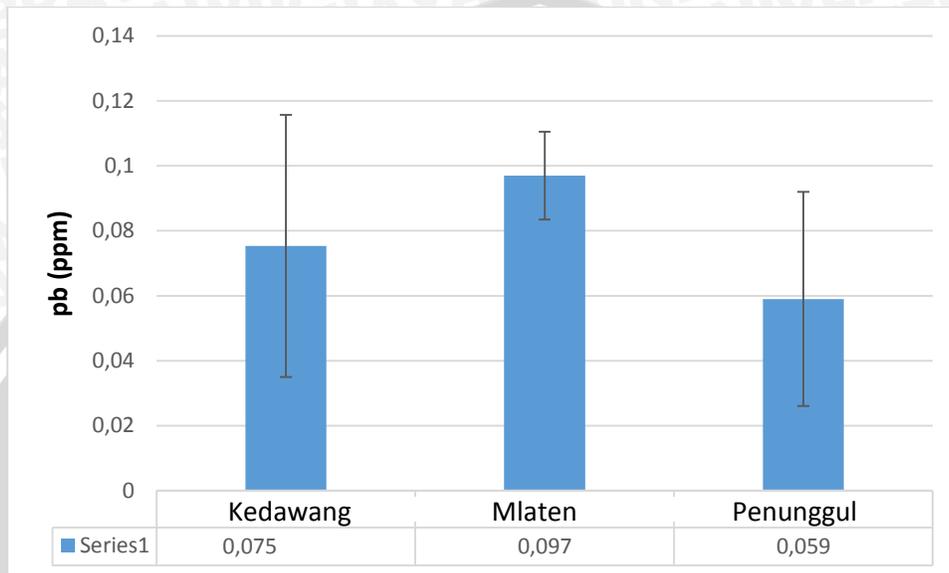
Hasil Penelitian Logam berat sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Logam berat dalam air hal ini di sebabkan karena logam berat dalam sedimen cenderung tetap atau mengendap berbeda dengan kandungan Logam berat dalam air yang cenderung berubah karena arus air laut. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan (Rochyatun, 2006) Bahwa, Kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air laut. Hal ini menunjukkan adanya akumulasi logam berat dalam sedimen. Hal ini dimungkinkan karena logam berat dalam air mengalami proses pengenceran dengan adanya pengaruh pola arus pasang surut. Rendahnya kadar logam berat dalam air laut, bukan berarti bahan cemaran yang mengandung logam berat tersebut tidak berdampak negatif terhadap perairan, tetapi lebih disebabkan oleh kemampuan perairan tersebut untuk mengencerkan bahan cemaran yang cukup tinggi.

Sedangkan Menurut Suwarsito (2014), tingginya logam berat pada sedimen disebabkan karena aktivitas bakteri dan jamur, tetapi cenderung dilarutkan kembali dalam bentuk ion. Setelah mengalami pengendapan, bahan organik dan logam, zat-zat ini akan mengalami diagenesis, yaitu serangkaian proses yang terjadi dalam suatu larutan yang meliputi pembentukan sedimen pada temperatur rendah, melibatkan peningkatan bobot molekul dan hilangnya gugus fungsi, terbentuklah logam berat pada sedimen perairan yang relatif stabil dan kurang reaktif.

4.4 Kadar Logam Berat Pb pada Daging Kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Kandungan logam berat Pb (Timbal) pada air laut baik di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul menunjukkan hasil yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan adanya perbedaan karakteristik maupun sumber bahan pencemar dari

tiap lokasi penelitian. Hasil kandungan logam berat Pb di ketiga lokasi yang berbeda yaitu di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul dapat dilihat pada **Tabel 3** dan juga dapat dilihat pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Rata-rata kadar Logam Berat Pb pada Daging di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul.

Nilai Rata-rata Kadar logam berat Pb yang terkandung dalam daging Kepiting bakau (*Scylla serrate*) di pantai Kedawang sebesar 0,075 ppm, di pantai Mlaten sebesar 0,096 ppm dan di pantai Penunggul kadar Pb di daging Kepiting bakau (*Scylla serrate*) sebesar 0,059 ppm. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kadar Pb yang terakumulasi di daging Kepiting bakau (*Scylla serrate*) di pantai Mlaten lebih besar dibandingkan dengan pantai Kedawang dan pantai Penunggul. Menurut Dirjen POM (Pengawasan Obat dan Makanan) tahun (1989) dalam SNI BSN (2011), batas maksimum cemaran logam berat Pb dalam pangan untuk udang dan krustase lainnya yakni 0,5 mg/kg. Jadi, jika kandungan Pb dalam kepiting 1 ppm artinya dalam 1 kg kepiting terdapat 1 mg Pb Sandro *et al* (2013). Hal ini menunjukkan

bahwa daging rajungan yang terdapat pada ketiga lokasi pengambilan masih aman untuk dikonsumsi.

Hal ini disebabkan karena pada lokasi ini banyak terdapat aktivitas kapal motor nelayan yang melintas maupun yang sedang bersandar untuk pengisian bahan bakar dan pergantian oli sehingga dapat menghasilkan limbah logam berat berbahaya yang dapat terakumulasi pada insang Kepiting bakau (*Scylla serrate*) serta di pantai Mlaten ini merupakan lokasi pembuangan limbah domestik warga setempat.

Timbal (Pb) masuk ke Kepiting bakau (*Scylla serrate*) melalui tubuhnya dan Akumulasi Timbal (Pb) di duga dari kebiasaan makanannya jenis organisme mati dan bahan organik (dentritus). Penyerapan logam oleh *crustacea* akan diakumulasi pada jaringan tubuhnya terutama pada hepatopankreas (Bambang *et al.*, 1995). Adanya perbedaan logam pada kepiting di tiap lokasi penelitian diduga karena sifat logam Pb yang sulit diregulasi. Menurut Darmono (1995), pada krustasea logam-logam non esensial seperti Pb, Cd dan Hg tidak dapat atau sulit diregulasi sehingga akan terakumulasi secara terus menerus. Apabila logam esensial ini masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh (Palar,1994).

4.5 Profil Hemosit Kepiting Bakau

Dalam invertebrate sel yang berperan dalam sistem kekebalan yakni hemosit. Dengan perhitungan hemosit dapat diketahui status kesehatan dari biota yang diuji.

4.5.1 Kondisi Eksternal Kepiting Bakau

Pada ketiga lokasi penelitian ditemukan masing-masing Kepiting bakau (*Scylla serrata*) dengan jumlah, umur, panjang, berat serta kondisi yang berbeda-beda.

Dalam penelitian ini diambil 3 Kepiting bakau (*Scylla serrata*) di setiap lokasi, Panjang, lebar dan berat Kepiting dapat dilihat pada **tabel 4**. Berdasarkan hasil pengamatan kondisi eksternal dari Kepiting Bakau yang diambil dari Pantai Kedawang didapatkan rata-rata-rata Berat Kepiting di Pantai Kedawang adalah sebesar 186,6 gram, Pantai Mlaten sebesar 130 gram dan Pantai Penunggul sebesar 100 gram. Dalam invertebrate sel yang berperan dalam sistem kekebalan yakni hemosit yang dapat ditemukan dalam hemolim. Melalui perhitungan hemosit dapat diketahui karakteristik dari biota uji untuk menentukan status kesehatannya.

Tabel 4. Tabel Rasio Kelamin, Panjang Berat Kepiting bakau (*Scylla serrata*)

Lokasi	kelamin		Panjang Kepiting (cm)	Lebar kepiting(cm)	Berat Kepiting (gram)
	Jantan	Betina			
Kedawang 1	V	-	7	10	240
Kedawang 2	-	V	5.6	8	100
Kedawang 3	V	-	7	10	220
Nilai Rata rata	-	-	6.5	9.3	186,6
Mlaten 1	-	V	5	7.2	90
Mlaten 2	-	V	6	8	125
Mlaten 3	-	V	6	8.7	100
Nilai Rata rata	-	-	5.6	7.96	130
Penunggul 1	V	-	5.3	7.4	75
Penunggul 2	V	-	6.2	9	125
Penunggul 3	V	-	6	7.8	150
Nilai Rata rata	-	-	65.8	24.2	100

Menurut (Cheng dan Chen 2001), Kelimpahan hemosit yang beredar atau THC (*Total Haemocyte Count*) pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jenis sitem peredaran darah, jenis kelamin, molting, status reproduksi dan nutrisi, ukuran, seks, dan berat badan. Kelimpahan hemosit yang beredar pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah jenis kelamin,

molting, status reproduksi dan nutrisi, ukuran, seks, dan berat badan. Selain itu pula, juga karena faktor musim (Sari *et al.*, 2014).

4.5.2 Perhitungan THC (Total Haemocyte Count) Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)

Perhitungan *Total Haemocyte Count* (THC) sering dilakukan untuk mengetahui kondisi fisiologis dari spesies. Total jumlah hemosit atau *Total Haemocyte Count* (THC) dapat memberikan informasi mengenai indikasi fisiologis, perubahan dalam hitungan hemosit juga menjadi indicator stress (Lorenzon *et al.*, 2001). Perhitungan jumlah hemosit pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang dilakukan dalam kamar hitung haemocytometer dapat dilihat dalam **Gambar 15**.



Gambar 15. Pengamatan Hemosit Kepiting Bakau dalam kamar hitung haemocytometer

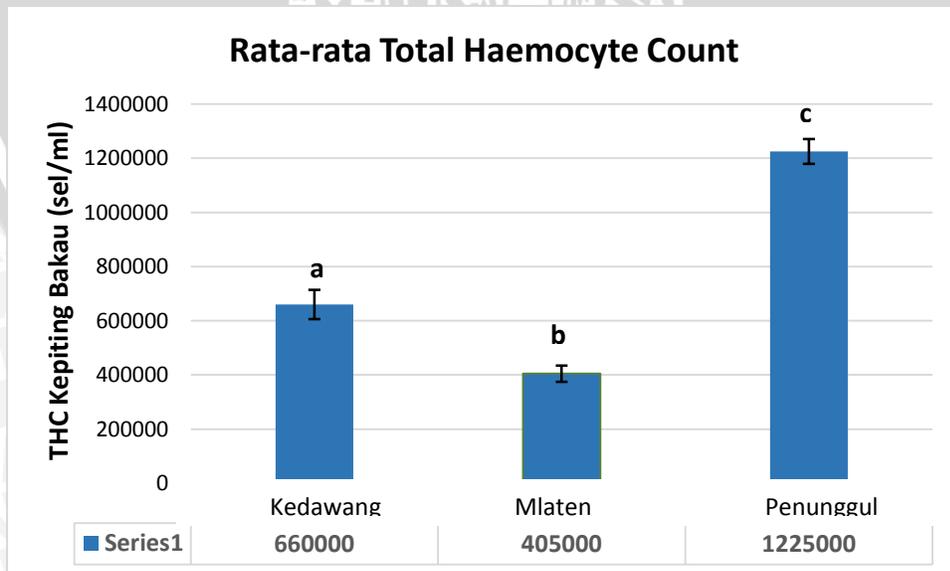
Berdasarkan hasil pengamatan di laboratorium mengenai jumlah total sel hemosit (THC) dari Kepiting Bakau yang diambil dari Pantai Kedawang didapatkan bahwa jumlah total hemositnya lebih banyak dibandingkan dengan Kepiting Bakau yang diambil dari Pantai Penunggul sedangkan total jumlah hemosit Kepiting Bakau yang diambil dari pantai Mlaten Lebih banyak dibanding jumlah hemosit Kepiting

Bakau yang diambil di Pantai Penunggul dan pantai Kedawang. Berdasarkan data dari **tabel 5**, diperoleh rata-rata untuk tiap lokasi yaitu, Kedawang = 660000 sel/ml, Mlaten = 405000 sel/ml dan Penunggul = 1225000sel/ml.

Tabel 5. Rata-rata jumlah total hemosit Kepiting Bakau di tiga lokasi penelitian.

Ulangan	Kedawang (sel/ml)	Mlaten (sel/ml)	Penunggul(sel/ml)
1.	600000	375000	1215000
2.	705000	435000	1275000
3.	675000	405000	1185000
Rataan	660000	405000	1225000
St. dev	54083,27	30000	45825,76

Jumlah total hemosit atau THC (*Total Haemocyte Count*) diyakini memiliki kemampuan untuk mempengaruhi kemampuan organisme untuk bereaksi melawan bahan asing serta berbagai respon terhadap infeksi perubahan lingkungan pada sebagian besar *crustacea* (Le Moullac dan Haffher, 2000). Jumlah total hemosit atau THC (*Total Haemocyte Count*) tidak sama antara individu yang satu dengan lainnya (johansson *et., al* 2000) Grafik total jumlah total hemosit dari Kepiting dari ketiga lokasi dapat dilihat pada **Gambar 16**.



Gambar 16. Hasil Perhitungan THC (*Total Haemocyte Count*) Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Pada Pantai Kedawang, Pantai Mlaten dan Pantai Penunggul.

Berdasarkan Uji Statistik dengan Metode Tukey Perhitungan Total Haemocyte Count di Tiga Lokasi Berbeda di dapatkan Hasil Seperti pada **Tabel.6**

Tabel 6. Hasil Uji Tukey THC Pada Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul

Lokasi	N	Subset		
		1	2	3
Mlaten	3	4.05E5		
Kedawang	3		6.60E5	
Penunggul	3			1.22E6
Sig.		1.000	1.000	1.000

Berdasarkan hasil uji tukey dengan selang kepercayaan 95% THC pada Pantai Penunggul berbeda nyata dengan Pantai Kedawang dan Pantai Mlaten dengan signifikasi 0,00 ($P < 0,05$). Pada grafik hasil perhitungan *Total Haemocyte Count* (THC) terlihat Pantai Penunggul memiliki nilai THC tertinggi dibandingkan pada Pantai Mlaten maupun Pantai Kedawang.

Jumlah total hemosit atau THC (*Total Haemocyte Count*) diyakini memiliki kemampuan untuk mempengaruhi kemampuan organisme untuk bereaksi melawan bahan asing serta berbagai respon terhadap infeksi (Takahashi dan Mori, 2000). Rendahnya jumlah Total Haemocyte Count (THC) pada kepiting bakau di Pantai Mlaten menunjukkan adanya sel yang mengalami lisis karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung dan tingginya jumlah Total Haemocyte Count (THC) pada kepiting bakau di Pantai Penunggul disebabkan karena kondisi lingkungan yang sesuai dan mendukung untuk perkembangan, pertumbuhan serta reproduksi kepiting. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Effendy *et al.*,(2004) Saat terjadinya

serangan patogen, sel hemosit akan melakukan proses degranulasi, *cytotoxicity* dan lisis terhadap material tersebut. Dengan demikian jumlah sel hemosit yang beredar dalam hemolimf akan terlihat menurun.

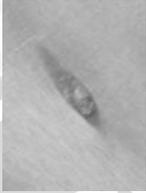
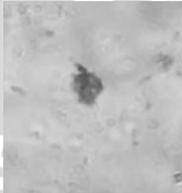
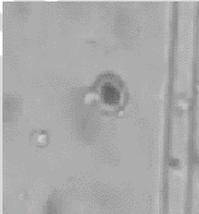
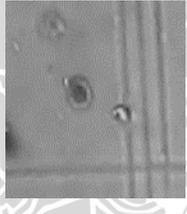
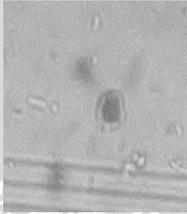
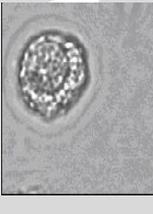
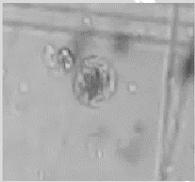
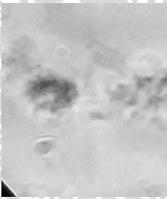
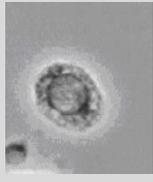
Jumlah hemosit yang rendah sangat bekolerasi dengan sensitifitas terhadap patogen yang lebih tinggi (Person *et al.*, 1997) dan oleh karena itu, total hemosit yang rendah mengindikasikan kerentanan terhadap penyakit infeksi yang tinggi. Terkait dengan pengaruh stress lingkungan, penurunan jumlah THC tersebut kemungkinan menunjukkan terjadinya lisis pada hemosit ataupun terjadi gangguan dengan organ haematopoietik yang terletak di permukaan perut bagian dorsal yang telah banyak diidentifikasi pada spesies krustasea (Johansson *et al.*, 2000).

Menurut Chunxiang *et al.*, (2008) polutan dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan dan kelangsungan hidup udang dan kepiting, sehingga mengurangi sistem kekebalan udang dan kepiting, baik di dalam perairan dan budidaya. Polutan tidak hanya menyebabkan sistem imun udang dan kepiting berkurang, tetapi juga memiliki efek serius beracun dalam sel dan tingkat molekul, sehingga dapat menyebabkan perubahan patologis dan banyak kematian.

4.5.2 Perhitungan Differential Haemocyte Count (DHC)

Hemosit merupakan sel-sel yang terdapat di dalam hemolymph sebuah organisme. Peningkatan total hemosit berarti meningkatkan peluang terbentuknya sel-sel hemosit yaitu sel hialin, semi granular, dan sel granular. Ketika fungsi dari masing-masing sel tersebut meningkat maka kemampuan untuk melawan partikel asing yang masuk juga meningkat. Hemosit adalah sel darah udang yang memiliki fungsi sama seperti sel darah putih pada hewan vertebrata. Berikut ini merupakan

bentuk morfologi dari ketiga jenis sel hemosit dari sampel Kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang telah diambil ditunjukkan pada **Gambar 17**.

Hemosit	Kedawang	Mlaten	Penunggul	Saha et al., (2010)
Hialin				
granulosit				
Semi Granulosit				

Gambar 17. Bentuk Morfologi Ketiga Jenis Sel Haemocyte.

Berdasarkan hasil pengamatan, sel hyalin Kepiting bakau (*Scylla serrata*) berbentuk oval (lonjong) memiliki butiran yang relatif sedikit dan memiliki karakteristik inti. Sel granulosit menunjukkan karakteristik bentuk bulat dan terdapat dalam jumlah besar serta sitoplasma terlihat penuh dengan butiran. Sedangkan sel semigranulosit terlihat mengandung butiran yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan sel granulosit, umumnya dalam bentuk bulat sempurna.

Hemosit pada udang dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu sel hialin, semigranular, dan granular (Effendy *et al.*, 2004). Menurut Bauchau, (1980) dalam Johansson *et al.*, (2000) krustase memiliki tiga morfologis jenis hemosit yang berbeda yakni sel hialin, semi granular dan sel granular. Sel hemosit merupakan sel-sel darah yang beredar pada invertebrata yang merupakan efektor imun utama yang melakukan fungsi imunologi beragam termasuk fagositosis, generasi molekul sitotoksik dibawah paparan racun dan juga termasuk pemeliharaan homeostasis serta bertanggung jawab dalam berbagai mekanisme perlindungan. (Vijayavel K., 2009).

Saha *et al.*, (2010) menyatakan bahwa granulocytes berbentuk bulat dengan inti besar dan sitoplasma yang beruang dengan butiran-butiran bulat, Penampilan semigranulocytes berbentuk bulat besar di tengah inti dengan pinggiran tipis sitoplasma yang mengelilingi inti. Dan hyalinocytes merupakan sel-sel berbentuk gelendong yang ditandai dengan ekstensi ekor dibawah pengamatan dengan mikroskop cahaya dan optik dimana fase inti dalam bentuk bundar atau bulat telur dan sitoplasma dapat dibedakan dalam kondisi bernoda.

Menurut Rantetondok (2010), Hemosit memiliki 3 jenis sel yaitu: sel hialin, semi granular dan large granular. Ketiga sel ini digunakan oleh larva untuk mengantisipasi masuknya organisme patogen ke dalam tubuh larva kepiting bakau (*S.serrata*) Sel hialin memiliki fungsi untuk memfagositosis bakteri maupun virus yang masuk ke dalam tubuh larva kepiting bakau. Sel semi granular memiliki karakteristik lebih besar dari hialin, bentuk oval memanjang dengan jumlah yang jarang dan menyebar. Sel granular memiliki fungsi membentuk kekebalan tubuh terhadap penyakit, sama dengan fungsi sel hialin dan sel semigranular. Ketiga sel ini membentuk sistem kekebalan melalui mekanisme kerja.

4.4.5.2.1 Perhitungan Sel Hyalin

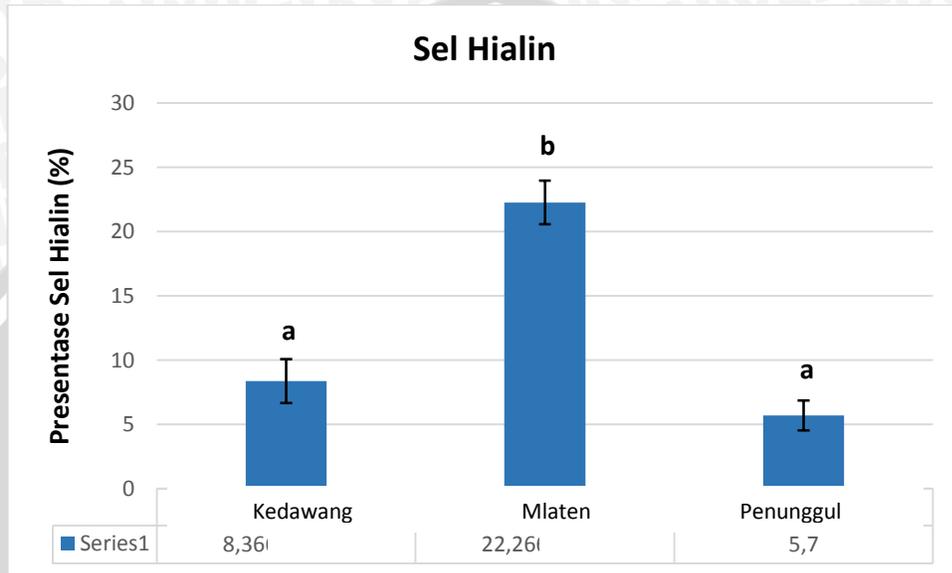
Diantara ketiga jenis sel hemosit keping bakau (*Scylla serrata*) yang memiliki jumlah paling sedikit dibandingkan dengan sl lainnya adalah sel hyalin. Hasil pengamatan jumlah sel hyalin pada keping bakau (*Scylla serrata*) dapat dilihat pada **tabel 7**.

Tabel 7. Persentase Jumlah Sel Hyalin keping bakau (*Scylla serrata*) di tiga lokasi penelitian.

keping bakau (<i>Scylla serrata</i>)	Jumlah Sel Hyalin (%)		
	Pantai Kedawang	Pantai Mlaten	Pantai Penunggul
1.	10	24	6,1
2.	8,5	20,6	4,4
3.	6,6	22,2	6,6
Rata-rata	8,36	18,8	5,7
Stdev	1,66	4,61	1,15

Persentase sel hyalin pada keping bakau (*Scylla serrata*) di pantai Kedawang pada ulangan pertama sebesar 10% dan mengalami penurunan pada ulangan kedua sebesar 8,5% serta pada ulangan ketiga juga mengalami penurunan yaitu sebesar 6,6% sehingga didapatkan hasil rata-rata jumlah sel hyalin sebesar 8,36%. Kemudian jumlah sel hyalin pada keping bakau (*Scylla serrata*) di pantai Mlaten pada ulangan pertama sebesar 24% pada ulangan kedua mengalami penurunan yaitu sebesar 20,6% dan pada ulangan ketiga naik menjadi 22,2%. Sehingga didapatkan rata-rata jumlah sel hyalin pada keping bakau (*Scylla serrata*) di pantai Mlaten sebesar 18,8%. Dan jumlah sel hyalin di pantai Penunggul mengalami penurunan yaitu pada ulangan pertama sebesar 6,1% pada ulangan kedua sebesar 4,4% dan pada ulangan ketiga mengalami kenaikan yaitu sebesar 6,6% sehingga didapatkan hasil rata-rata jumlah sel hyalin sebesar 5,7%.

Grafik persentase jumlah sel hyalin dari keping bakau (*Scylla serrata*) yang diambil dari pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul ditunjukkan pada gambar 18.



Gambar 18. Persentase jumlah sel hyalin pada keping bakau (*Scylla serrata*) dipantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul.

Sel hialin memiliki fungsi untuk memfagositosis bakteri maupun virus yang masuk ke dalam tubuh larva keping bakau (Rantetondok, 2010). Sel hialin dan sel semi granular mempunyai peran penting dalam sistem pertahanan tubuh udang terutama dalam proses fagositosis (Soderhall dan Cerenius, 1992; Chang *et al.*, 2007).

Berdasarkan Uji Statistik dengan Metode Tukey Perhitungan Total Haemocyte Count di Tiga Lokasi Berbeda di dapatkan Hasil Seperti pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil Uji Tukey Sel Hialin Pada Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul.

LOKASI	N	Subset	
		1	2
Penunggul	3	5.3333	
Kedawang	3	8.0000	

Mlaten	3		22.0000
Sig.		.232	1.000

Berdasarkan hasil uji tukey dengan selang kepercayaan 95% Sel Hialin pada Pantai Mlaten berbeda nyata dengan Pantai Penunggul dan Kedawang dengan signifikansi 0,00 ($P > 0,05$). Pada grafik Sel Hialin terlihat Pantai Mlaten memiliki Sel Hialin tertinggi dibandingkan pada Pantai Kedawang maupun Pantai Penunggul.

Tingginya jumlah sel hyalin pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang diambil dari pantai Mlaten disebabkan karena adanya benda asing atau toksin yang masuk dalam tubuh sehingga jumlah sel hyalin bertambah karena tubuh harus melawan benda asing tersebut. Pengenalan terhadap antigen akan memicu sintesa hemosit oleh jaringan *hematopoeitic* yang merupakan sepasang *epigastric nodule*. Produksi tersebut untuk mencapai keadaan homeostasis pasca masuknya antigen ekstrak *C. cerastosporum*. Peningkatan hemosit secara langsung akan meningkatkan produksi hialin sel, karena hialin sel mudah terbentuk dan mudah berkembang, bertambahnya jumlah sel hialin akan meningkatkan kemampuan fagositosis (Van de Braak, 2002).

4.5.2.2 Pehitungan Sel Granulosit

Hasil perhitungan persentase jumlah tiap jenis sel hemosit atau DHC (*Differential Haemocyte Count*) secara keseluruhan menunjukkan bahwa sel granulosit memiliki jumlah yang lebih besar bila dibandingkan dengan kedua jenis sel hemosit lainnya. Jumlah sel granulosit pada Kepiting bakau (*Scylla serrata*) pada masing-masing lokasi penelitian dapat dilihat pada **tabel 9**.

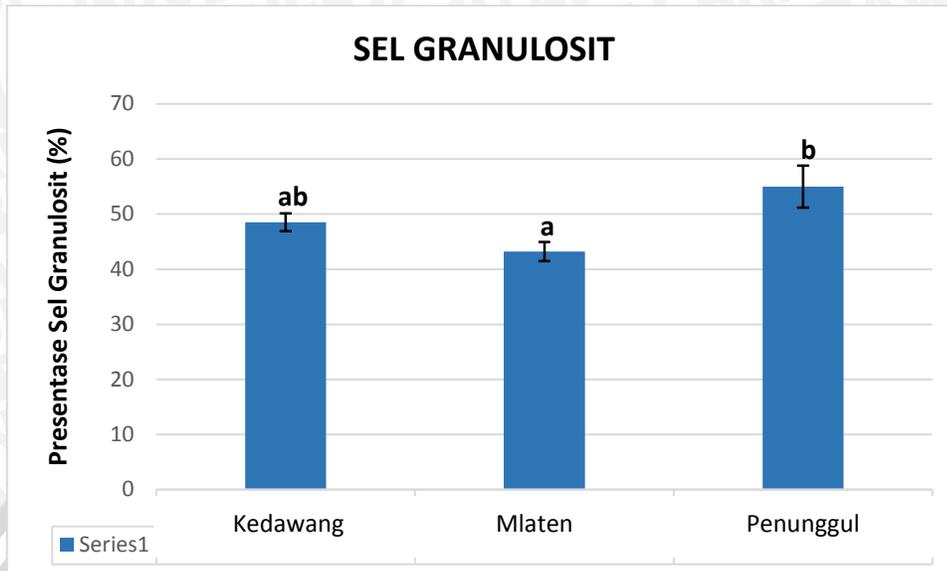
Tabel 9. Persentase Jumlah Sel Granulosit kepiting bakau (*Scylla serrata*) di tiga lokasi penelitian.

Kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>)	Jumlah Sel Granulosit (%)		
	Pantai Kedawang	Pantai Mlaten	Pantai Penunggul

1.	50,0	44	56,7
2.	46,6	48,2	57,6
3.	48,8	44,4	50,6
Rata-rata	48,8	45,53	54,96
Stdev	1,616	2,318	3,808

Persentase sel granulosit kepiting bakau (*Scylla serrata*) di pantai Kedawang pada ulangan pertama sebesar 50,0% ; pada ulangan kedua sebesar 46,6 % dan pada ulangan ketiga sebesar 48,8% sehingga didapatkan nilai rata-rata sebesar 48,8%. Persentase sel granulosit di pantai Mlaten pada ulangan pertama sebesar 44% ; pada ulangan kedua sebesar 48,2% dan pada ulangan ketiga sebesar 44,4% sehingga didapatkan nilai rata-rata sebesar 45,53%. Dan persentase sel granulosit di pantai Penunggul pada ulangan pertama sebesar 56,7% ; pada ulangan kedua sebesar 57,6% dan pada ulangan ketiga sebesar 50,6% sehingga didapatkan nilai rata-rata sel granulosit di pantai Penunggul sebesar 54,96%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa persentase rata-rata terendah sel granulosit pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) terdapat di pantai Mlaten dan rata-rata sel granulosit tertinggi di pantai Penunggul.

Grafik persentase jumlah sel granulosit dari kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang diambil dari pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul ditunjukkan pada **gambar 19**.



Gambar 19. Presentase Sel Granulosit kepiting bakau (*Scylla serrata*) di pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul.

Berdasarkan Uji Statistik dengan Metode Tukey Perhitungan Total Haemocyte Count di Tiga Lokasi Berbeda di dapatkan Hasil Seperti pada **Tabel 10**. Berdasarkan hasil uji tukey dengan selang kepercayaan 95% Sel Granulosit pada Pantai Mlaten berbeda nyata dengan Pantai Penunggul dengan signifikansi 0,005 ($P > 0,05$). Pada grafik hasil perhitungan *Sel Granul* terlihat Pantai Penunggul memiliki Sel Granul tertinggi dibandingkan pada Pantai Kedawang maupun Pantai Penunggul.

Tabel 10. Hasil Uji Tukey Sel Granulosit Pada Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul.

LOKASI	N	Subset	
		1	2
Mlaten	3	43.0000	
Kedawang	3	48.0000	48.0000
Penunggul	3		54.3333
Sig.		.132	.061

Sel granular merupakan pematangan dari sel-sel hialin, sehingga ketika terjadi serangan patogen, sel-sel hialin akan melakukan proses fagositosis sehingga proses pematangan sel menjadi terhambat, akibatnya sel granula dalam hemolimp menurun. Hasil pengamatan sel granular pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) di tiga lokasi berbeda menunjukkan jumlah sel granular terendah di pantai Mlaten. Rendahnya sel granula tersebut disebabkan adanya serangan patogen yang masuk sehingga sel granular mengalami degranulasi sehingga jumlah sel granulosit menurun. Rodriguez dan Moullac (2000) menyatakan, saat antigen masuk ke dalam hemolimp, maka sel semi granular dan granular sel akan melakukan degranulasi, sitotoksis dan lisis terhadap material tersebut. proses degranulasi utamanya dilakukan oleh granular sel, akibatnya jumlah sel granular dalam hemolim menurun. Sel granular memiliki fungsi membentuk kekebalan tubuh terhadap penyakit, sama dengan fungsi sel hialin dan sel semigranular. Ketiga sel ini membentuk sistem kekebalan melalui mekanisme kerja tertentu dalam tubuh (Rantetondok, 2010).

4.5.2.3 Perhitungan Sel Semigranulosit

Presentase jumlah sel hemosit kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang memiliki jumlah terbesar kedua adalah sel semigranulosit. Data presentase sel semigranulosit dapat dilihat pada pada **tabel 11**.

Sel semi granular dikarakteristikkan dengan terdapatnya granula pada sitoplasma. Sel ini mampu merespon polisakarida dari dinding sel bakteri atau β -glucan yang berasal dari jamur. Sel semi granular ini dapat melakukan proses enkapsulasi dan sedikit berperan dalam proses fagositosis (Johansson *et al.*, 2000). Enkapsulasi adalah merupakan reaksi pertahanan melawan partikel dalam jumlah yang besar dan tidak mampu difagosit oleh sel hemosit (Danwattanusorn, 2009).

Tabel 11. Persentase Jumlah Sel Semigranulosit kepiting bakau (*Scylla serrata*) di tiga lokasi penelitian.

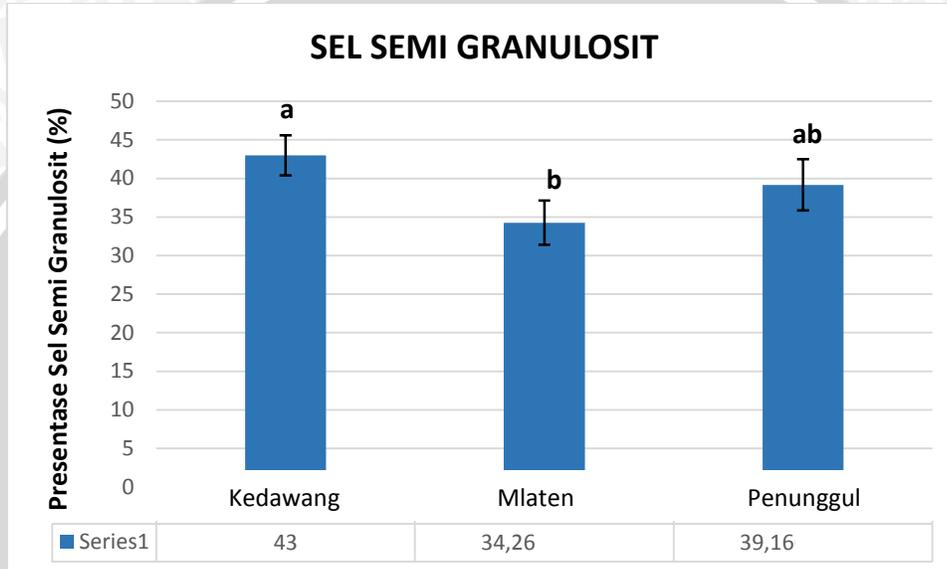
kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>)	Jumlah Sel Semigranulosit (%)		
	Pantai Kedawang	Pantai Mlaten	Pantai Penunggul
1.	40	32	37
2.	44,6	32	37,5
3.	44,4	33,3	43
Rata-rata	43	32,43	39,16
Stdev	2,6	0,75	3,32

Persentase sel semigranulosit kepiting bakau (*Scylla serrata*) di pantai Kedawang pada ulangan pertama sebesar 40% ; pada ulangan kedua sebesar 44,6% dan pada ulangan ketiga sebesar 44,4% sehingga didapatkan hasil rata-rata jumlah sel semigranulosit di Pantai Kedawang yaitu 43%. Kemudian persentase sel semigranulosit di pantai Mlaten pada ulangan pertama sebesar 32% ; pada ulangan kedua sebesar 32% dan pada ulangan ketiga sebesar 33,3% sehingga didapatkan rata-rata jumlah sel semigranulosit sebesar 32,43%. Dan di pantai Penunggul persentase sel semigranulosit pada ulangan pertama sebesar 37%, pada ulangan kedua sebesar 37,5% dan pada ulangan ketiga sebesar 43% dan didapatkan hasil rata-rata jumlah sel semigranulosit sebesar 39,16%.

Peningkatan sel hialin, semi granular dan granular dalam hemosit merupakan salah satu parameter peningkatan status kesehatan atau ketahanan tubuh kepiting. Sel-sel tersebut memiliki fungsi masing-masing. Sel semi granular berperan dalam aktifitas fagositosis, enkapsulasi, proPO, dan sitoksis (Johansson *et al.*, 2000). Rendahnya sel semigranulosit pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) di pantai Mlaten sangat berhubungan dengan meningkatnya sel hialin. Sel semigranular merupakan pematangan dari sel hialin yang ketika terjadi serangan patogen maka yang berperan pertama adalah sel hialin, sehingga sel ini tidak berkembang menjadi sel

semi granular dan terlihat penurunan jumlah sel semigranular yang terdapat dalam hemosit (Van de Braak, 2002).

Grafik persentase jumlah sel semogranulosit dari kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang diambil dari pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul ditunjukkan pada **gambar 20**.



Gambar 20. Presentase Sel Semigranulosit kepiting bakau (*Scylla serrata*) di pantai Mlaten, pantai Kedawang dan pantai Penunggul.

Berdasarkan Uji Statistik dengan Metode Tukey Perhitungan Total Haemocyte Count di Tiga Lokasi Berbeda di dapatkan Hasil Seperti pada **Tabel 12**.

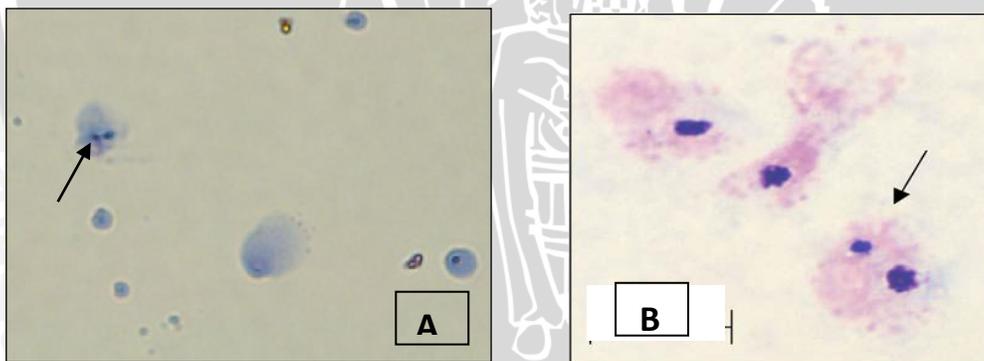
Tabel 12. Hasil Uji Tukey Sel Semigranulosit Pada Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul.

LOKASI	N	Subset	
		1	2
Mlaten	3	34.0000	
Penunggul	3	39.0000	39.0000
Kedawang	3		42.6667
Sig.		.159	.325

Berdasarkan hasil uji tukey dengan selang kepercayaan 95% Sel Semigranul pada Pantai Mlaten berbeda nyata dengan Pantai Kedawang dengan signifikansi 0,023 ($P > 0,05$). Pantai Penunggul mempunyai Nilai yang identik dengan kedua Pantai Yaitu Pantai Mlaten dan Pantai Kedawang.

4.6 Uji Micronuklei

Uji mikronuklei dalam sel hemosit kepiting bakau (*Scylla serrata*) merupakan alternatif untuk mendeteksi bahan toksik didalam perairan. Menurut Fenech (2000), bahwa mikronuklei adalah pembelahan sel yang berupa pecahan sentromer/kromosom atau seluruh kromosom sehingga tidak dapat melakukan perjalanan ke kutub selama pembelahan mitosis. Berdasarkan hasil penelitian mikronuklei dari kepiting bakau (*Scylla serrata*) di ketiga lokasi yang berbeda didapatkan hasil gambaran mikronuklei yang dapat dilihat pada **gambar 21**.



Gambar 21. (A). Gambaran mikronuklei pada hemosit Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) perbesaran 400x. yang di ambil dari pantai Mlaten, pewarnaan menggunakan giemsa dengan menggunakan mikroskop BX53. (B) Micronuclei pada hemosit M. Edulis dengan pewarnaan giemsa (Sumber: Galloway *et al.*, 2010).

Micronuclei adalah sitoplasma badan kromatin yang mengandung fragmen kromosom atau kromosom tertinggal selama anaphase dan gagal untuk menjadi inti sel selama pembelahan sel. Karena kerusakanan genetic yang menghasilkan

istirahat kromosom atau kelainan sehingga menyebabkan pembentukan mikronukleus, kejadian mikronuklei berfungsi sebagai indeks dari jenis kerusakan. Dari peyimpanan kromosom, uji mikronukleus telah banyak digunakan untuk menguji bahan kimia yang menyebabkan jenis kerusakan (Ali *et al.*, 2008). Menurut Syaifudin (2008) Micronuclei adalah bentukan kecil di luar inti yang terpisah dari yang utama dan terbentuk selama pembelahan sel oleh kromosom atau fragment kromosom yang terlambat.

Uji Mikronuklei merupakan uji yang sering digunakan untuk mengetahui potensi mutagenic suatu zat karena memiliki metode yang lebih sederhana dibandingkan dengan uji mutagenic lainnya (Lu & Kacew 2002 dalam Chainurisa). Menurut Nasuroh (2003), Uji Mikronuklei memiliki beberapa keunggulan, antara lain dapat dilakukan oleh siapa saja tanpa harus memiliki keahlian membuat preparat yang sempurna, dapat dilakukan selama siklus sel berlangsung, jumlah sel yang diamati tidak terbatas dan kerusakan dapat diketahui dengan cepat. Hasil pengamatan mikronuklei pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang diambil di tiga lokasi yang berbeda yaitu di pantaio Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul dapat dilihat pada **tabel 13**.

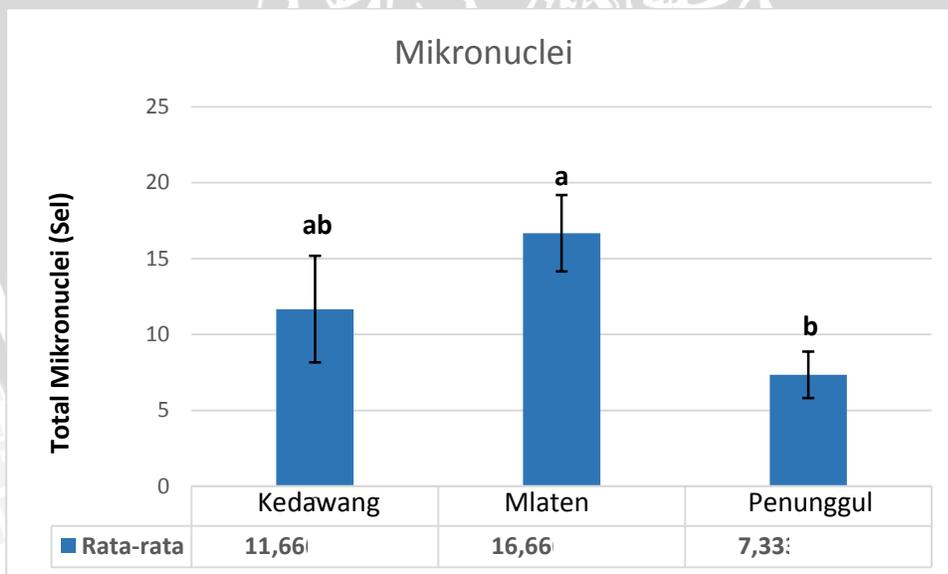
Tabel 13. Jumlah Mikronuklei pada kepiting bakau (*Scylla serrata*)

kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>)	Lokasi Penelitian		
	Pantai Kedawang	Pantai Mlaten	Pantai Penunggul
1	12/1000 sel	14/1000 sel	6/1000 sel
2	8/1000 sel	17/1000 sel	7/1000 sel
3	15/1000 sel	19/1000 sel	9/1000 sel
Rata-rata	11,67/1000 sel	16,67/1000 sel	7,3/1000 sel
StDev	3,51	2,5	1,52

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah total Mikronuklei dari kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang diambil dari pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul didapatkan hasil total Mikronuklei yang berbeda. Nilai total Mikronuklei di

pantai Kedawang sebesar 11,67/1000 sel, di pantai Mlaten total mikronukleinya sebesar 16,67/1000 sel dan total mikronuklei di pantai Penunggul sebesar 7,3/1000 sel. Sehingga didapatkan total mikronuklei tertinggi terdapat pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) di pantai Mlaten dan total mikronuklei terendah pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) terdapat di pantai Penunggul. Terjadinya peningkatan jumlah mikronuklei pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) di pantai Mlaten diduga disebabkan buruknya kualitas air, hal ini mempengaruhi perkembangbiakan dan pertumbuhan kepiting sehingga kepiting menjadi stress, serta di sebabkan juga karena masuknya buangan limbah domestik ke perairan.

Grafik total jumlah Mikronuklei pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang diambil dari pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul dapat dilihat pada **gambar 22**.



Gambar 22. Jumlah total mikronuklei pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang diambil dari pantai Kedawang, pantai Mlaten dan pantai Penunggul.

Berdasarkan Uji Statistik dengan Metode Tukey Perhitungan Total Haemocyte Count di Tiga Lokasi Berbeda di dapatkan Hasil Seperti pada **Tabel.14**

Tabel 14. Hasil Uji Tukey Mikronuclei Pada Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul.

LOKASI	N	Subset	
		1	2
Penunggul	3	7.3333	
Kedawang	3	11.6667	11.6667
Mlaten	3		16.6667
Sig.		.192	.129

Berdasarkan hasil uji tukey dengan selang kepercayaan 95% Total Micronuclei pada Pantai Penunggul berbeda nyata dengan Pantai Mlaten dengan signifikansi 0,012 ($P > 0,05$).

Keberadaan sel yang mengalami mikronuklei tidak terlepas dari pengaruh bahan pencemar dalam penelitian ini logam berat, semakin banyak logam berat yang terakumulasi maka semakin banyak pula kelainan sel terbentuk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Menurut Ferraro *et al.*, (2004), dalam penelitiannya menyatakan bahwa pengaruh logam berat Pb terhadap sel darah merah ikan selain munculnya micronuclei ternyata logam berat Pb berpengaruh pada morfologi atau bentuk sel darah merah yang intinya akan membesar, selain itu juga menimbulkan pengaruh pada permukaan yang tidak rata

4.7 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air mempunyai peranan penting dalam lingkungan perairan. Menurut Wardoyo *et al.* (2002), Parameter kualitas air yang termasuk dalam daya dukung lingkungan untuk organisme air adalah sebagai berikut : Suhu, pH, DO, CO₂ dan bahan organik. Data hasil pengukuran kualitas air di Pantai Kedawang, Pantai Mlaten dan Pantai Penunggul disajikan pada **Tabel 15**.

Tabel 15. Data kualitas air dari Pantai Kedawang, Pantai Mlaten dan Pantai Penunggul.

No.	Parameter	Lokasi	Hasil	Rata-rata	Standar Deviasi	Satuan	Baku Mutu Kualitas Air 2 menurut KMNH No.51,2004
1	Suhu	Kedawang	29	31,67	2,517	ppm	28-32°C
			34				
			32				
		Mlaten	28	31,33	3,055	ppm	
			34				
			32				
		Penunggul	31	29,67	1,155	ppm	
			29				
			29				
2	pH	Kedawang	9	8,33	0,577	ppm	7,0-8,5
			8				
			8				
		Mlaten	8	8,33	0,577	ppm	
			8				
			9				
		Penunggul	8	8	0	ppm	
			8				
			8				
3	Salinitas	Kedawang	25	25,33	0,577	ppt	34 ppt
			26				
			25				
		Mlaten	10	11,67	2,887	ppt	
			10				
			15				
		Penunggul	25	25	1	ppt	
			26				
			24				
4	DO	Kedawang	5,33	5,177	0,157	ppm	≥ 5 mg/L
			5				
			5,23				
		Mlaten	3,5	4,2	0,755	ppm	
			4,1				
			5				
		Penunggul	5	5	0,329	ppm	
			5,23				
			5,65				
5	TSS	Kedawang	77,8	57,1	17,95	ppm	80 mg/L
			45,8				
			47,7				
		Mlaten	44,6	44,23	9,75	ppm	
			34,4				
			53,8				
		Penunggul	38,5	41,37	4,28	ppm	
			39,3				
			46,3				

4.7.1 Suhu

Suhu lingkungan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme air. Hampir semua organisme sangat peka terhadap perubahan suhu lingkungan yang terjadi secara drastis (Kordi, 2004). Nilai rata-rata suhu di pantai Kedawang sebesar $31,67^{\circ}\text{C}$, untuk pantai Mlaten sebesar $31,33^{\circ}\text{C}$ dan untuk pantai Penunggul sebesar $29,67^{\circ}\text{C}$. Sementara suhu yang diperuntukkan biota laut menurut KepMen LH No.51 Tahun 2004 yakni sebesar 28-32. artinya suhu di Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul sesuai dengan nilai baku mutu.

Menurut Cholikh, (2005) dalam Agus (2008) Suhu yang diterima untuk kehidupan kepiting bakau adalah $18^{\circ} - 35^{\circ}\text{C}$, sedang suhu yang ideal adalah $25^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$. Suhu yang kurang dari titik optimum berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme, karena reaksi metabolisme mengalami penurunan dan suhu yang berada di atas 32°C atau perubahan suhu yang mendadak sebesar 5°C akan menyebabkan organisme mengalami stress.

Berdasarkan hasil analisa kolerasi yang dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Menunjukkan hasil bahwa Nilai koefisien kolerasi antara suhu dengan *Total Haemocyte count* (THC) adalah 0.669 yang artinya mempunyai hubungan semakin kuat karena mendekati 1 dan mempunyai signifikansi <0.05 artinya mempunyai hubungan yang signifikan dan untuk nilai koefisien antara suhu dengan mikronuklei adalah 0.79 yang artinya mempunyai hubungan semakin kuat dengan signifikansi <0.05 menunjukkan bahwa kedua variabel ini mempunyai hubungan yang signifikan.

4.7.2 PH

Nilai derajat keasaman atau pH sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan kepiting, dikarenakan jika suatu pH terlalu tinggi atau terlalu rendah maka akan berpengaruh pada nilai konsumsi oksigen (Chen dan Chen, 2003 dalam

Sagala, 2013).. Nilai Rata-rata pH di Pantai Kedawang 8,33 Pantai Mlaten 8,33 dan pantai Penunggul 8, Ph yang diperuntukkan biota laut menurut KepMen LH No.51 Tahun 2004 yakni sebesar 7,0-8,5. artinya suhu di Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul sesuai dengan nilai baku mutu kualitas air.

Menurut Kordi (2004), kisaran pH yang normal bagi perikanan termasuk crustacean adalah 5-9. Sedangkan Kasry (1996), pH yang baik untuk kepiting adalah 7,0-8,0. Barus (2001) menyatakan pH yang ideal bagi organisme akuatik pada umumnya terdapat antara 7-8,5.

Berdasarkan hasil analisa kolerasi yang dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Menunjukkan hasil bahwa Nilai koefisien kolerasi antara Ph dengan *Total Haemocyte count* (THC) adalah 0.405 dan mempunyai signifikasi <0.05 artinya mempunyai hubungan yang signifikan dan untuk nilai koefisien antara pH dengan mikronuklei adalah 0.440 dengan signifikasi <0.05 menunjukkan bahwa kedua variabel ini mempunyai hubungan yang signifikan. Jadi dapat di simpulkan hubungan antara salinitas dengan *Total Haemocyte count* (THC) dan mikronuklei sangat kuat dan signifikan.

4.7.3 Salinitas

Salinitas sering disebut kadar garam atau kegaraman yang maksudnya ialah jumlah berat semua garam yang terlarut dalam 1 liter air, biasanya dinyatakan dengan satuan ‰ (permil, garam per mil) (Nontji, 2005). Pada penelitian ini, hasil Rata-rata pengukuran salinitas yang diperoleh adalah sebesar 25,33 ppm di pantai Kedawang, 11,67 ppm di pantai Mlaten dan 25 ppm di pantai Penunggul. Salinitas yang diperuntukkan biota laut menurut KepMen LH No.51 Tahun 2004 yakni

sebesar 34. artinya salinitas di Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul sesuai dengan nilai baku mutu kualitas air.

Hill (1982) dalam Chairunnisa (2004), Menyatakan *Scylla serrata* mampu mentolerir salinitas sampai 60‰, tapi pada umumnya toleransi salinitas kepiting bakau berkisar antara 2-50‰. Menurut Kasry (1991) dalam Soviana (2004) bahwa, kepiting bakau dapat hidup pada kisaran salinitas lebih kecil 15 ‰ sampai lebih besar 30 ‰ Hal ini di dukung oleh pernyataan Soim (1999), kisaran salinitas yang sesuai bagi kepiting adalah 10-30‰ atau digolongkan ke dalam air payau.

Berdasarkan hasil analisa kolerasi yang dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Menunjukkan hasil bahwa Nilai koefisien kolerasi antara salinitas dengan *Total Haemocyte count* (THC) adalah 0.709 yang artinya mempunyai hubungan semakin kuat karena mendekati 1 dan mempunyai signifikansi <0.05 artinya mempunyai hubungan yang signifikan dan untuk nilai koefisien antara salinitas dengan mikronuklei adalah 0.719 yang artinya mempunyai hubungan semakin kuat dengan signifikansi <0.05 menunjukkan bahwa kedua variabel ini mempunyai hubungan yang signifikan. Jadi dapat di simpulkan hubungan antara salinitas dengan *Total Haemocyte count* (THC) dan mikronuklei sangat kuat dan signifikan.

4.7.4 DO

. Kepiting bakau mempunyai kebiasaan berada di luar air untuk waktu lama. Pada saat keluar dari air, kepiting bakau dapat mengkonsumsi oksigen sepuluh kali bila dibandingkan ketika di dalam air (Veeranan, 1972 dalam Sukarya, 1991 dalam Soviana, 2004). Nilai Rata-rata oksigen terlarut di Pantai Kedawang sebesar 5,17 mg/l, Pantai Mlaten sebesar 4,2 mg/l dan Pantai Penunggul sebesar 5 mg/l. DO yang diperuntukkan biota laut menurut KepMen LH No.51 Tahun 2004 yakni

sebesar ≥ 5 mg/L. artinya DO di Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul dapat dikatakan bahwa ketiga pantai tersebut adalah normal sesuai baku mutu kualitas air.

Hal ini didukung dengan pernyataan Ramelan (1994) dalam Agus (2008) menyatakan bahwa, kepiting bisa tumbuh dan berkembang dengan baik ditambak dengan kadar oksigen terlarut tidak kurang dari 4 mg/l, kepiting akan mengalami stress bila kadar oksigen terlarut dalam tambak < 2 mg/l. Sedangkan menurut Miller dan Lygre (1994), bahwa kandungan DO < 2 mg/l termasuk kategori tercemar karena rendahnya kadar oksigen dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Fungsi oksigen selain untuk pernapasan organisme juga untuk mengoksidasi bahan organik yang ada di dasar sedimen perairan.

Berdasarkan hasil analisa kolerasi yang dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Menunjukkan hasil bahwa Nilai koefisien kolerasi antara DO dengan *Total Haemocyte count* (THC) adalah 0.610 dengan signifikasi < 0.05 artinya mempunyai hubungan yang signifikan dan untuk nilai koefisien antara DO dengan mikronuklei adalah 0.402 dengan signifikasi < 0.05 menunjukkan bahwa kedua variabel ini mempunyai hubungan yang signifikan. Jadi dapat disimpulkan bahwa hubungan DO dengan *Total Haemocyte count* (THC) dan Mikronuklei signifikan.

4.7.5 TSS

Padatan tersuspensi dan kekeruhan memiliki korelasi positif yaitu semakin tinggi nilai padatan tersuspensi maka semakin tinggi nilai kekeruhan. Akan tetapi tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan. Air laut memiliki nilai padatan terlarut tinggi, tetapi tidak berarti kekeruhannya tinggi pula (Effendi, 2000 dalam Soviana, 2004). Hasil Rata-rata analisis untuk padatan tersuspensi (TSS)

Pantai Kedawang sebesar 57,1 mg/l, Pantai Mlaten sebesar 44,23 mg/l dan Pantai Penunggul sebesar 41,37 mg/l. TSS yang diperuntukkan biota laut menurut KepMen LH No.51 Tahun 2004 yakni sebesar 80 mg/L. artinya TSS di Pantai Kedawang, Mlaten dan Penunggul dapat dikatakan bahwa ketiga pantai tersebut adalah normal sesuai baku mutu kualitas air. Sedangkan menurut Barus (1996), Semakin tinggi zat-zat padat terlarut dalam air akan mengakibatkan kekeruhan. Kekeruhan dapat terjadi karena organisme, bahan-bahan tersuspensi yang berwarna dan ekstrak senyawa-senyawa organik, serta tumbuh-tumbuhan.

Berdasarkan hasil analisa kolerasi yang dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Menunjukkan hasil bahwa Nilai koefisien kolerasi antara TSS dengan *Total Haemocyte count* (THC) adalah 0.282 dengan signifikasi <0.05 artinya mempunyai hubungan yang signifikan dan untuk nilai koefisien antara TSS dengan mikronuklei adalah 0.167 dengan signifikasi <0.05 menunjukkan bahwa kedua variabel ini mempunyai hubungan yang signifikan. Jadi dapat di simpulkan bahwa hubungan antara DO dengan *Total Haemocyte count* (THC) dan Mikronuklei adalah signifikan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Rendahnya jumlah Total Haemocyte Count (THC) pada kepiting bakau di Pantai Mlaten menunjukkan adanya sel yang mengalami lisis karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung dan tingginya jumlah Total Haemocyte Count (THC) pada kepiting bakau di Pantai Penunggul disebabkan karena kondisi lingkungan yang sesuai dan mendukung untuk perkembangan, pertumbuhan serta reproduksi kepiting
- Semakin tinggi jumlah micronuclei karena adanya indikasi pencemaran yang tinggi diperairan tersebut begitu pula sebaliknya semakin rendah jumlah mikronuclei pada kepiting maka tingkat pencemaran yang disebabkan oleh terpaparnya logam berat Pb pada perairan juga rendah.
- Diduga kualitas air yang mempengaruhi jumlah hemosit dan terbentuknya kelainan sel (mikronuklei) adalah pH, pH tinggi di ikuti pula dengan kandungan Pb yang tinggi sehingga terjadi perubahan jumlah dan bentuk pada sel haemocyte.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, diharapkan pemerintah dan masyarakat lebih memperhatikan dalam hal pembuangan limbah dan sampah agar tidak di buang langsung ke Pesisir khususnya wilayah mangrove. Dan diperlukan penelitian lebih

lanjut terhadap pengaruh pencemaran terhadap karakteristik sistem imun pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) dan crustacea lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhityo, Argo. 2013. Kandungan Logam Berat Pb Pada Akar Dan Batang Mangrove (*Sonneratia caseolaris*) di Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya dan di Desa Kedawang, Pasuruan Jawa Timur. Skripsi. FPIK Universitas Brawijaya Malang.
- Agus, Muhammad. 2008. *Analisis Carryng Capacity tambak Pada Sentra Budidaya Kepiting Bakau (*Scylla sp*) Di Kabupaten Pemalang – Jawa Tengah [Tesis]*. Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Al-Sabti K., Metcalfe C.D. 1995. *Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water*. Mutation Research 343. 121-135.
- Ali. F. K, Shehawi. A. M., Sheehy. 2008. *Micronucleus test in fish genome: a sensitive monitor for aquatic pollution*. African journal of biotechnology. 7(5):606-612.
- Amirante, G.A. 1998. *Cellular Immunology Responses in crustaceans*. Departement of Biology, University of Trieste, Italy.
- Anderson, C. B., dan Anderson, R. S. 2000. *Immunotoxicity of Evironmental Pollutants in Marine Invertebrates*. Recent Advantages in Marine Biotechnology, vol. 5: 189-242.
- Badan Standarisasi Nasional Batas. 2001. Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan.
- Baedowi, Mahluki. 2013. Kandungan Logam Berat Pb Pada Akar dan Batang Pada Tanaman Mangrove *Avicennia alba* Di Kawasan Mangrove Desa Gunung Anyar Surabaya dan Desa Kedawang, Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan. Skripsi. FPIK Universitas Brawijaya Malang
- Bangun, J. Martin. 2005. *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmiumm (Cd) Dalam Air, Sedimen Dan Organ Tubuh Ikan Sokang (*Triacanthus Nieuhofi*) Di Perairan Ancol, Teluk Jakarta*. **Skripsi**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Barus, T.A. 2001. *Pengantar Limnologi, Studi tentang Ekosistem Sungai dan Danau*, Departemen Biologi FMIPA USU. Medan.
- Bloom, 1998. *CHEMICAL AND PHYSICAL WATER QUALITY ANALISIS*. Nuffic. Unibraw/Luw/Fish. Malang.
- Chairunnisa N. 2012. *Uji Potensi Ekstrak Kasar Teripang *Holothuria atra jaeger* Sebagai Pencegah Kanker Melalui Uji Mikronukleus Pada Sumsum Tulang mencit Galur Ddy*. **Skripsi**. Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Depok.

- Chang, CF., Su, M.S., Chen., Liao, I.C.2003. Dietary β -1,3 Glucan Effectively Improves Immunity and Survival of *P. monodon* Challenged With White Spot Syndrome Virus. *Fish and Shellfish Immunology* 15:297-310.
- Cheng, W., dan J.C. Chen. 2001. Effect of Intrinsic and Extrinsic Factors on the Haemocyte Profile of the Prawn. *Macrobrachium rosenbergii*. *Fish Shellfish Immunol.* 11:53-63.
- Chunxiang, A., Xiaojuan, WANG., LI Shaojing, WANG Guizhong, LIN Qiongwu. 2008. Effects of Heavy Metal and Pollutants on the Non-special Immunity of the Shrimp and Crab. *Marine Science Bulletin.* Vol.10 No.1.
- Danwattananusorn T. 2009. *Studies on peptidoglycan induced immune-related genes of Kuruma Shrimp Marsupenaeus japonicus.* PhD Thesis. Graduate School of Marine Science and Technology Tokyo University of Marine Science and Technology Doctoral Course of Applied Marine Biosciences. 7-18.
- Darmono. 1995. LOGAM DALAM SISTEM BIOLOGI MAKHLUK HIDUP. UI-Press. Jakarta.
- Deri, Emiyarti dan La Ode Alirman Afu. *Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar Mangrove Avicennia marina di Perairan Teluk Kendari.* *Jurnal Mina Laut Indonesia.* **01** (01): 38-48. ISSN:2303-3959.
- Effendy S., Alexander R. dan Akbar T. 2004. *Peningkatan haemosit benur udang windu (Penaeus monodon Fabricus) pasca perendaman ekstrak ragi roti (Saccharomyces cerevisiae) pada konsentrasi yang berbeda.* *Jurnal Sains dan Teknologi,* 14(2): 46-53.
- Fenech, M. 2000. *The in Vitro Micronucleus Techhnique.* CSIRO Health Sciences and Nutrition, Po Box 10041, Adelaide BC 5000, South Australia, Australia.
- Ferraro, M., A. S. Fenochoio., M. S. Mantovani., O. Robeiro and 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 Chromosome Aberation Test.* *Genetics and Molecular Biology.* **27** (1) : 103 – 107.
- Fingerman, M., dan Nagabhushanam. 2000. *Recent Advantages in Marine Biotechnology.* Vol 5. *Immunology and Phatology.* USA: Science.
- Galloway. T . C. Lewis . J. Hagger. 2010. *Assessment of Genotoxicity Following Exposure to Hydrocarbons: The Micronucleus Assay.* *Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology,* DOI 10.1007/978-3-540-77587-4_350. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Google earth. 2014. Peta Kabupaten Pasuruan. <http://www.googleearth.com/kabupaten-pasuruan>. Diakses pada tanggal 20 September 2014 pukul 14.00 WIB.

Haryoto dan Wibowo, A. 2004. *Kinetika Bioakumulasi Logam berat Kadmium oleh Fitoplankton *Chorella sp.* Lingkungan Perairan Laut*. Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi. **5** (2) : 89 – 103.

Hutagalung, H. P. 1991. *PENCEMARAN LAUT OLEH LOGAM BERAT DAN PETUNJUK PRAKTEK LOGAM BERAT*. Erlangga. Jakarta.

Johansson, M.W., P. Keyser, K. Sritunyalucksana dan K. Soderhall. 2000. *Crustacean Haemocytes and Haematopoiesis*. *Aquaculture* 191:45-52.

Karim MY, Arifin, K Amri. 2002. *Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Kepiting Bakau (*Scylla serrata* Forsskal) yang Dipelihara dalam Kurungan di Laut*. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* 7: 124 -129.

Kasry, A. 1996. *Budidaya Kepiting Bakau dan Biologi Ringkas*. Penerbit Bharata. Jakarta.

Kordi, G,H. 1997. *Budidaya Kepiting dan Ikan Bandeng di tambak Sistim Polikatur*. Dahara Press. Bandung

Le Moullac dan P Haffner. 2000. *Envorimental factor affecting immune response in crustacean*. *Aquaculture* 191:121-131.

Lestyaningrum, Rona Aji. 2013. *Kandungan Logam Berat Pb dan Gambaran Histology Pada Jaringan Akar dan Buah Avicennia Alba Di Kawasan Mangrove Gunung Anyar Surabaya Dan Desa Kedawang Kab. Pasuruan*. Skripsi. FPIK Universitas Brawijaya Malang

Le Vay L. 2001. *Ecology and Management of Mud Crab *Scylla spp.** *Asian Fisheries Science*. 14: 101-111.

Lind, O.T. 1997. *HANDBOOK OF COMMON METHODS IN LIMNOLOGY SECOND EDITION*. The C.V Mosby Company. London.

Lorenzon, S., M. Fransence., V.J. Smith, dan E.A. Ferrero. 2001. *Heavy metals affect the circulating haemocyte number in the shrimp *Palaemon elegans**. *Fish and Shellfish Immunology* 11:459-472.

Lusiyanti, Y., dan Z. Alatas. 2011. *Uji Mikronuklei Dengan Pengeblokan Sitokenesis Pada Limfosit Dan Aplikasinya Sebagai Biodosimetri Radiasi*. Seminar Nasional Keselamatan Kesehatan dan Lingkungan VII. 6-7.

Marganof. 2003. *Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat di perairan*. Thesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor..

- Makmur, R., Emiyarti, dan La Ode Alirman Afu. 2013. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen di Kawasan Mangrove Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. **02** (06) : 47-58.
- Martin, G.G., L. B. Graves. 1985. *Fine structure and classification of shrimp hemocytes*. J. Morfology. **185** : 339 – 348.
- Marzuki. 1983. METODOLOGI RISET. Bagian Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia : Jorjakarta.
- Megawati, Sherly. 2014. Kandungan Logam Berat Pd Pada Akar dan Daun Mangrove (Rhizopora Mucronata. Lam) Di Kawasan Mangrove Desa Mlaten, Kab. Pasuruan Jawa Timur. Skripsi. FPIK Universitas Brawijaya Malang
- Mossa, M. K. I., Aswandi dan Karsi. 1985. *Kepiting Bakau-Scylla serrata (Forsk.) dari Perairan Indonesia*. LON-LIPI. Jakarta.
- Nasuroh. 2003. *Uji Potensi Infus rimpang kunyit (Curcuma domestika L.) Melalui Uji Mikronukleus Pada Sumsum Tulang mencit Galur Ddy*. **Skripsi**. Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Depok
- Nazir, M. 1988. METODE PENELITIAN. PT. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta
- Notoadmodjo, S. 2005. PENGELOLAAN SUMBERDAYA AIR TERPADU. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Nepomunceno, J. C., Ferrari, I., Spano, M. A dan Centeno A. J., 1997. *Detection of Micronuclei in peripheral Erythrocytes of Chiprinus carpio exposed to metallic mercury*. Environ. Mol. Mutagen. **30** : 293-297
- Ozkan, F., S. Gunduz., M. Berkoz and A, O. Hunt. 2011. *Induction of Micronuclei and Other Nuclear Abnormalities in Peripheral Erithrocytes of Nile tilapia, Oreocromis niloticus, Following Exposure to Sublethal Cadmium Doss*. Turk J Zool. **35** (4) : 585 – 592.
- Palar, H. *Peningkatan Kekebalan Larva Kepiting Bakau (Scyllca serrata) Melalui Pencegahan Serangan Parasit dengan Pemberian Glukosa pada Media Pemeliharaan* 1994. Pencemaran & Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Panjaitan, G. Y., 2009. *Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Pada Pohon Avicennia marina Di Hutan Mangrove*. **Skripsi**. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Perum Jasa Tirta I. 2003. *Instruksi Kerja Total Suspendid Solid (TSS) dengan Metode Gravimetri*.

- Pinheiro, M.A.A., L.F.A. Duarte., T.R. Toledo., M.L.Adam., dan R.A. Torres. 2013. Habitat monitoring and genotoxicity in *Ucides cordatus* (crustacean: Ucididae), as tools to manage a mangrove reserve in southern Brazil. *Environmental Monitoring Assess.* 185:8273-8285
- Priyanto, E. 2007. *Peran Kepiting Sebagai Spesies Kunci (Keystone Spesies) pada Ekosistem Mangrove. Prosiding Forum Perairan Umum Indonesia IV.* Balai Riset Perikanan Perairan Umum. Banyuasin.
- Rantetondok A. dan M. Yusri K. 2010.. *Aquacultura Indonesiana* **11** (1) : 49 – 60. (ISSN 0216-0749).
- Renou, S., Givaudan J.G, Poulain S., Dirassounyan F., and Moulin P. 2008. Landfill Leachate : review and opportunity, *Journal of Hazardous Materials.* London.
- Rodriguez, J. dan G. L. Moullac. 2000. State of the Art of Immunological Tools and Health Control of Penaeid Shrimp. *Aquacult.* 191: 109-119.
- Rochyatun, E., Taufik, K., Abdul R. 2006. *Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cisadene.* Makara, Sains. **10**(1) : 35-40.
- Sagala L.S.S., M. Idris., dan M.N. Ibrahim. 2013. *Perbandingan Pertumbuhan Kepiting Bakau (Scylla serrata) Jantan dan Betina Pada Metode Kurungan Dasar.* Jurnal Mina Laut Indonesia. **3**(12): 46-54.
- Saha, S. and S. Ray. 2006. *Hemocyte profile of the estuarine mud crab, Scylla serrate.* *Environ. Ecol.* **24S** (3A) : 818 – 819.
- Saha, S., M. Ray dan S. Ray. 2010. *Shift in CytoArchitecture of Immunocytes of Mud Crab Exposed to Arsenic. Department of Zoology Toxicology Laboratory. University of Calcutta. Internatioal Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology* Vol. 1: 234-246.
- Salsabela, Linda Silvira. 2013. Logam Berat Pb Pada Akar dan Daun Mangrove Avicennia alba Di Gunung Anyar Surabaya dan Desa Kedawang, Pasuruan Jawa Timur. Skripsi. FPIK Universitas Brawijaya Malang.
- Sandro, Satrio Rio., Susi Lestari., dan Anna Ida Sunaryo Purwiyanto. 2013. Analisa Kandungan Logam Berat Pada Daging Kepiting (*Scylla serrata*) Di Perairan Muara Sungai Banyuasin. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan Unsri.* 2(1):46-51.
- Sanjaya, I dan Leny Yuanita. *Adsorpsi Pb (II) oleh Kitosan Hasil Isolasi Kitin Cangkang Kepiting Bakau (Scylla sp).* *Jurnal ILMU DASAR,* Vol. 8 No. 1, 2007 : 30-36
- Saputra. S. W. dan Sunaryo. 2005. Penelitian dan Pengembangan Kepiting Di Daerah Mangrove. *Laporan Penelitian.* Universitas Diponegoro: Semarang.

- Satria S., Susi L dan Anna I. 2013. *Analisa Kamdungan Kadar Logam Berat Pada Daging Kepiting (Scylla serrata) di Perairan Muara Sungai Banyuasin*. Jurnal Fishtech Volume II (01).
- Sara, L. J. A. Ingles., O. Aguilar., L. V. Laureta., R. B. Baldevarona., S. Wanatabe. 2006. *Abundance and Distibution Patterns of Scylla spp. Larvae in the Lawele Bay, Southeast Sulawesi, Indonesia*. Fisheries Science. Vol. 19: 331-347.
- Sari. Alfi H., W., Yenny R., dan Agung W., M. 2014. *Efek Konsentrasi Sublethal Fenol Terhadap Total Haemocyte Count (THC) dan Histologi Insang Kepiting Bakau (Scylla serata)*. Journal Experiment Life Science. 2(2):82-88.
- Sembel, Luky. 2011. *Analisis Logam Berat Pb, Cd dan Cr Berdasarkan Tingkat Salinitas Di Estuary Sungai Belau Teluk Lampung*. Jurnal Ilmu Kelautan. FPIK Universitas Negeri Papua.
- Sentosa A. A dan A. R. Syam. 2011. *Sebaran Temporal Faktor Kondisi Kepiting Bakau (Scylla Serrata) Di Perairan Pantai Mayangan, Kabupaten Subang, Jawa Barat*. Jurnal Perikanan. 8(1): 35-43.
- Shindu, S. F. 2005. *Kandungan Logam Berat Cu, Zn Dan Pb Dalam Air Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Dan Ikan Mas (Cyprinus Carpio) Dalam Karamba Jarring Apung Waduk Saguling*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. **Skripsi**. Universitas Pertanian Bogor : Bogor.
- Siahainenia L., D. G. Bengen, R. Affandi, T. Wresdiyanti dan I. Supriatna. 2007. *Studi Aspek Reproduksi Kepiting Bakau (Scylla Spp.) Melalui Percobaan Pembenihan Dengan Perlakuan Ablasi Tangkai Mata*. Ichthyos. 7(1): 55-63.
- Smith, V. J., J. H. Brown., dan C. Hauton. 2003. *Immunostimulan in Crustaceans: does it Really Protect Against Infection?*. Fish and Shellfish Immunology. 15(2003): 71-90.
- Soderhall, K., A. Wingren., M. W. Johansson., K. Bertheussen. 1985. *The Cytotoxic Reaction of hemocytes from the Freshwater Crayfish Astacus astacus*. Cell Immunol. 94: 326-332.
- Sofian. A., N. Harahab dan Marsoedi. 2012. *Kondisi Dan Manfaat Langsung Ekosistem Hutan Mangrove Desa Penunggul Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan*. El-Hayah 2(2): 56-63.
- Soim, A. 1999. *Pembesaran Kepiting*. Penerbit Swadane. Jakarta.
- Soviana, Wira. 2004. *Hubungan Kerapatan Mangrove Terhadap Kelimpahan Kepiting Bakau Scylla serrata Di Teluk Buo, Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang, Sumatera Barat [Skripsi]*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

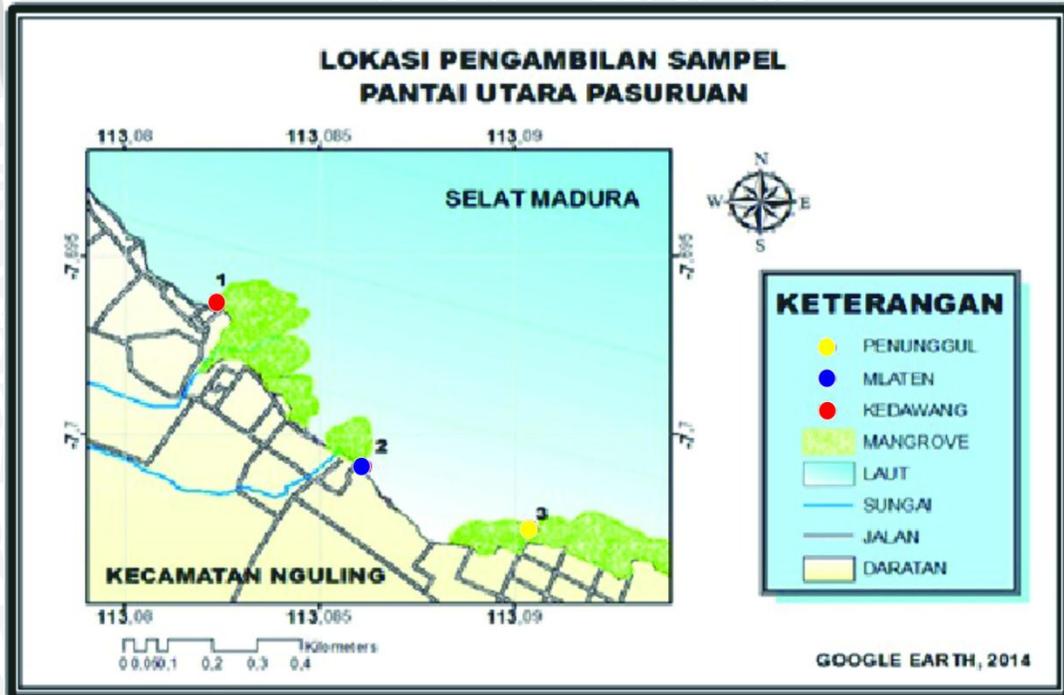
- Suryabrata. 1994. *METODOLOGI PENELITIAN*. Rajawali Press. Jakarta.
- Suwarsito dan Esti Sarjanti. 2014. *Analisa Spasial Pencemaran Logam Berat pada Sedimen dan Biota Air di Muara Sungai Serayu Kabupaten Cilacap*. jurnal Geoedukasi Volume III Nomor 1.
- Syaifudin Mukh. 2008. Pemanfaatan Teknik Premature Chromosome Condensation Dan Uji Mikronuklei Dalam Dosimetri Biologi. Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan IV dan International Seminar on Occupational Health and Safety I.
- Takahashi, K. G and K.Mori. 2000. Functional profiles of haemocytes in the bio-defenses process of the pasific oyster, *Crassostrea gigas*. *Tohoku Journal Agriculture Respiration*, 51 (12) : 16-27
- Tupan, Ch. I., P.A. Uneputty dan J. A. B. Mamesah. 2005. Hubungan Kepadatan Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) dengan Karakteristik Habitat pada Hutan Mangrove Perairan Pantai Desa Passo Ambon. Fakultas Perikanan. Universitas Pattimura. Ambon.
- Van de Braak, K. 1996. Cellular and Humoral Charateristic of *Penaeus monodon* (Fabricus 1978) Haemolymph. *Comperative Haematology International*. 6: 194-203.
- Vijayavel, K., S. Gopalakrishnan., R. Thiagarajan., dan H. Thilagam. 2009. Immunotoxic Effects of Nickel In The Mud Crab *Scylla serrata*. *Fish and Shellfish Immunology*. 26(1): 133-139.
- Warner, G.F. 1997. *The Biologi of Crab*. Elek Science London, England.
- Wijaya, N. Idha. 2011. *Pengelolaan Zona Pemanfaatan Ekosistem Mangrove Melalui Optimasi Pemanfaatan Sumberdaya Kepiting Bakau (Scylla serrata) Di Taman Nasional Kutai Provinsi Kalimantan Timur [Tesis]*. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wootton, E. C., E. A. Dyrinda., R.K Pipe dan N. A Ratcliffe. 2003a. *Bivalve Immunity : Comparisons Between The Marine Mussel (Mytilus Edulis), The Edible Cokle (Cerastoderma Edule), And The Razor Shell (Ensis Siliqua)*. *Fish & Shellfish immunology*. 15 : 222 – 228.
- Yedery, R., D. Dan K., V., R., Reddy. 2009. Purification and Characterization of Antibacterial Protein from Granular Hemocytes of Inidan Mud Crab, *Scylla serrata*. Department of Molecular Immunology, National Institute for Research in Reproductive Health (ICMR). Mumbai. India.
- <http://www.hk-fish.net/eng/database/crabs/structural.htm>. Diakses pada 16 Februari 2015.
- <http://www.nio.org.gif>. 2008. Crab Life Cycle. Diakses pada 16 Februari 2015.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian (Zoom Out)



Lampiran 2. Peta Lokasi Penelitian (Zoom In)



Lampiran 3. Alat dan Bahan yang digunakan dalam Penelitian

Parameter Kualitas Air			
No.	Parameter	Alat	Bahan
1.	Suhu	• Thermometer Hg	• Air Pantai
2.	Salinitas	• Refraktometer	• Air Pantai
3.	pH	• Kotak Standart pH	• Air Pantai • pH paper
4.	DO	• Buret • Statif • Corong • Pipet Tetes • Nampan • Botol DO	• Air Pantai • Larutan MnSO ₄ • Larutan NaOH + KI • Amylum • Larutan Na-thiosulfat
5.	TSS	• Oven • Desikator • T. Neraca Analitik • Cawan Gooch • Pipet • Botol Bekas Air Mineral 600 ml	• Air Pantai • Kertas Filter
6.	Analisi Kadar Pb pada Air dan Sedimen	• Hot Plate • Tanur • Labu Takar 1000 ml • Pipet tetes	• Sedimen • Air Pantai • HNO ₃ • Aquades • Kertas Saring • Logam Pb 1 g
Pengambilan Hemolymph			
No.	Alat	Bahan	
1.	Jarum suntik 26 G ukuran 1 ml	Kepiting Bakau (<i>Scylla serrata</i>)	
2.	Lap	Na Sitrat 10%	
3.	Nampan	Tripan Blue Stain Solution	
4.	Eppendorf		
Pengamatan Hemosit Dan Mikronuklei			
No.	Alat	Bahan	
1.	Glass slide	Hemolymph	
2.	Mikroskop cahaya	Methanol 100%	
3.	Haemocytometer	Giemsa 10%	
4.	Baker's formol	Air	
5.	Mikroskop Olympus BH2	Kertas Label	
6.	Hand Tally Counter	Tissue	
7.	Sarung tangan		
8.	Spuilt		

Lampiran 4. Data Jumlah *Total Hemocyte Count* (THC) pada tiap keping di tiga lokasi penelitian.

No.	Sampel Keping	Jumlah THC (sel/ml)	Lokasi
1.	Ulangan ₁	600000	Kedawang ₁
2.	Ulangan ₂	705000	Kedawang ₂
3.	Ulangan ₃	675000	Kedawang ₃
4.	Ulangan ₁	375000	Mlaten ₁
5.	Ulangan ₂	435000	Mlaten ₂
6.	Ulangan ₃	405000	Mlaten ₃
7.	Ulangan ₁	1215000	Penunggul ₁
8.	Ulangan ₂	1275000	Penunggul ₂
9.	Ulangan ₃	1225000	Penunggul ₃

Lampiran 5. Data Jumlah *Differential Haemocyte Count* (DHC) sel haemocyte pada tiap keping di tiga lokasi penelitian.

No.	Sampel Keping	Jenis sel	Jumlah Sel (%)	Lokasi
1.	Ulangan ₁	Hialin	10	Kedawang ₁
2.	Ulangan ₂	Hialin	8,5	Kedawang ₂
3.	Ulangan ₃	Hialin	6,6	Kedawang ₃
4.	Ulangan ₁	Hialin	24	Mlaten ₁
5.	Ulangan ₂	Hialin	20,6	Mlaten ₂
6.	Ulangan ₃	Hialin	22,2	Mlaten ₃
7.	Ulangan ₁	Hialin	6,1	Penunggul ₁
8.	Ulangan ₂	Hialin	4,4	Penunggul ₂
9.	Ulangan ₃	Hialin	6,6	Penunggul ₃
10.	Ulangan ₁	Granulosit	5,0	Kedawang ₁
11.	Ulangan ₂	Granulosit	46,6	Kedawang ₂
12.	Ulangan ₃	Granulosit	48,8	Kedawang ₃
13.	Ulangan ₁	Granulosit	44	Mlaten ₁
14.	Ulangan ₂	Granulosit	48,2	Mlaten ₂
15.	Ulangan ₃	Granulosit	44,4	Mlaten ₃
16.	Ulangan ₁	Granulosit	56,7	Penunggul ₁
17.	Ulangan ₂	Granulosit	57,6	Penunggul ₂
18.	Ulangan ₃	Granulosit	50,6	Penunggul ₃
19.	Ulangan ₁	Semi Granulosit	40	Kedawang ₁
20.	Ulangan ₂	Semi Granulosit	44,6	Kedawang ₂
21.	Ulangan ₃	Semi Granulosit	44,4	Kedawang ₃
22.	Ulangan ₁	Semi Granulosit	32	Mlaten ₁
23.	Ulangan ₂	Semi Granulosit	32	Mlaten ₂
24.	Ulangan ₃	Semi Granulosit	33,3	Mlaten ₃

25.	Ulangan₁	Semi Granulosit	37	Penunggul ₁
26.	Ulangan₂	Semi Granulosit	37,5	Penunggul ₂
27.	Ulangan₃	Semi Granulosit	43	Penunggul ₃

Lampiran 6. Data Hasil Analisa Kualitas Air dan Pengukuran Logam Berat (Pb)

No.	Parameter	Lokasi	Hasil	Rata-rata	Standar Deviasi	Satuan
1	Suhu	Kedawang	29	31,67	2,517	ppm
			34			
			32			
		Mlaten	28	31,33	3,055	ppm
			34			
			32			
		Penunggul	31	29,67	1,155	ppm
			29			
			29			
2	pH	Kedawang	9	8,33	0,577	ppm
			8			
			8			
		Mlaten	8	8,33	0,577	ppm
			8			
			9			
		Penunggul	8	8	0	ppm
			8			
			8			
3	Salinitas	Kedawang	25	25,33	0,577	ppt
			26			
			25			
		Mlaten	10	11,67	2,887	ppt
			10			
			15			
		Penunggul	25	25	1	ppt
			26			
			24			
4	DO	Kedawang	5,33	5,177	0,157	ppm
			5			
			5,23			
		Mlaten	3,5	4,2	0,755	ppm
			4,1			
			5			
		Penunggul	5	5	0,329	ppm
			5,23			
			5,65			
5	TSS	Kedawang	77,8	57,1	17,95	ppm
			45,8			
			47,7			
		Mlaten	44,6	44,23	9,75	ppm
			44,6			
			34,4			

			53,8			
		Penunggul	38,5	41,37	4,28	ppm
			39,3			
			46,3			

No.	Sampel	Lokasi	Hasil	Rata-rata	Standar Deviasi	Satuan
1	Air	Kedawang	0,120 ^(a)	0,126	0,005	ppm
			0,130 ^(b)			
			0,129 ^(c)			
		Mlaten	0,124 ^(a)	0,140	0,014	ppm
			0,150 ^(d)			
			0,145 ^(d)			
		Penunggul	0,116 ^(a)	0,10	0,009	ppm
			0,113 ^(d)			
			0,130 ^(d)			
2	Sedimen	Kedawang	3,72 ^(a)	3,147	0,49	ppm
			2,81 ^(b)			
			2,91 ^(c)			
		Mlaten	3,87 ^(a)	3,713	0,14	ppm
			3,67 ^(d)			
			3,60 ^(d)			
		Penunggul	3,613 ^(a)	3,264	0,30	ppm
			3,1 ^(d)			
			3,08 ^(d)			
3	Daging	Kedawang	0,029 ^(a)	0,075	0,040	ppm
			0,094 ^(e)			
			0,103 ^(e)			
		Mlaten	0,083 ^(a)	0,097	0,013	ppm
			0,110 ^(e)			
			0,098 ^(e)			
		Penunggul	0,021 ^(a)	0,059	0,032	ppm
			0,076 ^(e)			
			0,080 ^(e)			

Keterangan:

- f) Data Primer Analisa Pb dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang.
- g) Data sekunder diambil dari hasil penelitian skripsi sebelumnya yaitu Salsabela, (2013).
- h) Data sekunder diambil dari hasil penelitian skripsi sebelumnya yaitu Baedowi, (2013).
- i) Data sekunder diambil dari hasil penelitian skripsi sebelumnya yaitu Megawati, (2013).

- j) Data Primer Analisa Pb Daging Kepiting dari Lab. Kualitas air Perusahaan Jasa Tirta 1 Malang.

Syarat penggunaan data sekunder harus pada lokasi dan metode yang sama.

Lampiran 7. BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT MENURUT KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 51 TAHUN 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ³
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)} coral: 28-30 ^(c) mangrove: 28-32 ^(c) lamun: 28-30 ^(c)
7.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)} coral: 33-34 ^(e) mangrove: s/d 34 ^(e) lamun: 33-34 ^(e)
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ^f	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ⁷	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ⁹	MPN/100 ml	1000 ⁽¹⁰⁾
2.	Patogen	sel/100 ml	nihil ¹
3.	Plankton	sel/100 ml	tidak bloom ⁶
RADIO NUKLIDA			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Catatan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Pengamatan oleh manusia (*visual*).
5. Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm
6. Tidak bloom adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrien, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
7. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2oC dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
 - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman]

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

ttd

Hotomo, MPA.

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Lokasi	(J) Lokasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
THC	Kedawang	Mlaten	255000.00*	3.629E4	.001	143664.89	366335.11
		Penunggul	-565000.00*	3.629E4	.000	-676335.11	-453664.89
	Mlaten	Kedawang	-255000.00*	3.629E4	.001	-366335.11	-143664.89
		Penunggul	-820000.00*	3.629E4	.000	-931335.11	-708664.89
	Penunggul	Kedawang	565000.00*	3.629E4	.000	453664.89	676335.11
		Mlaten	820000.00*	3.629E4	.000	708664.89	931335.11
DHC_granul	Kedawang	Mlaten	5.00	2.177	.132	-1.68	11.68
		Penunggul	-6.33	2.177	.061	-13.01	.35
	Mlaten	Kedawang	-5.00	2.177	.132	-11.68	1.68
		Penunggul	-11.33*	2.177	.005	-18.01	-4.65
	Penunggul	Kedawang	6.33	2.177	.061	-.35	13.01
		Mlaten	11.33*	2.177	.005	4.65	18.01
DHC_semigranul	Kedawang	Mlaten	8.67*	2.325	.023	1.53	15.80
		Penunggul	3.67	2.325	.325	-3.47	10.80

	Mlaten	Kedawang	-8.67*	2.325	.023	-15.80	-1.53
		Penunggul	-5.00	2.325	.159	-12.13	2.13
	Penunggul	Kedawang	-3.67	2.325	.325	-10.80	3.47
		Mlaten	5.00	2.325	.159	-2.13	12.13
DHC_hialin	Kedawang	Mlaten	-14.00*	1.440	.000	-18.42	-9.58
		Penunggul	2.67	1.440	.232	-1.75	7.09
	Mlaten	Kedawang	14.00*	1.440	.000	9.58	18.42
		Penunggul	16.67*	1.440	.000	12.25	21.09
	Penunggul	Kedawang	-2.67	1.440	.232	-7.09	1.75
		Mlaten	-16.67*	1.440	.000	-21.09	-12.25
Micronuklei	Kedawang	Mlaten	-5.00	2.160	.129	-11.63	1.63
		Penunggul	4.33	2.160	.192	-2.29	10.96
	Mlaten	Kedawang	5.00	2.160	.129	-1.63	11.63
		Penunggul	9.33*	2.160	.012	2.71	15.96
	Penunggul	Kedawang	-4.33	2.160	.192	-10.96	2.29
		Mlaten	-9.33*	2.160	.012	-15.96	-2.71

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 7,000.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.



Lampiran 7. Hasil Analisa Kualitas Air dengan Hemolimf kepiting Bakau (*Scylla serrata*) menggunakan uji kolerasi

		Correlations						
		THC	DHC_Granulosit	DHC_Semigranulosit	DHC_Hyalin	Mikronuklei	Pb_Air	Pb_Sedimen
THC	Pearson Correlation	1	.881**	.409	-.829**	-.845**	-.632	
	Sig. (2-tailed)		.002	.274	.006	.004	.068	
	N	9	9	9	9	9	9	9
DHC_Granulosit	Pearson Correlation	.881**	1	.184	-.752*	-.729*	-.650	
	Sig. (2-tailed)	.002		.636	.020	.026	.058	
	N	9	9	9	9	9	9	9
DHC_Semigranulosit	Pearson Correlation	.409	.184	1	-.785*	-.466	-.308	
	Sig. (2-tailed)	.274	.636		.012	.207	.420	
	N	9	9	9	9	9	9	9
DHC_Hyalin	Pearson Correlation	-.829**	-.752*	-.785*	1	.777*	.634	
	Sig. (2-tailed)	.006	.020	.012		.014	.066	
	N	9	9	9	9	9	9	9
Mikronuklei	Pearson Correlation	-.845**	-.729*	-.466	.777*	1	.776*	
	Sig. (2-tailed)	.004	.026	.207	.014		.014	
	N	9	9	9	9	9	9	9
Pb_Air	Pearson Correlation	-.632	-.650	-.308	.634	.776*	1	
	Sig. (2-tailed)	.068	.058	.420	.066	.014		
	N	9	9	9	9	9	9	9
Pb_Sedimen	Pearson Correlation	-.440	-.194	-.827**	.680*	.389	.119	
	Sig. (2-tailed)	.236	.618	.006	.044	.300	.761	
	N	9	9	9	9	9	9	9

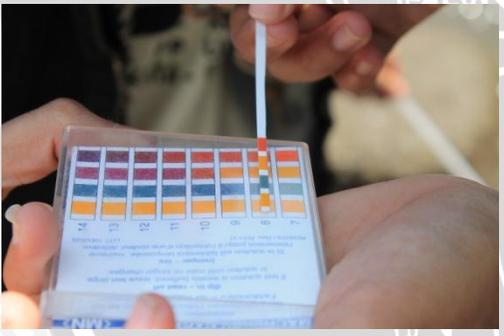
Pb_Daging	Pearson Correlation	-.441	-.561	-.061	.399	.567	.701*
	Sig. (2-tailed)	.235	.116	.876	.288	.111	.035
	N	9	9	9	9	9	9
Suhu	Pearson Correlation	-.669*	-.672*	-.435	.709*	.394	.333
	Sig. (2-tailed)	.049	.047	.242	.032	.294	.381
	N	9	9	9	9	9	9
pH	Pearson Correlation	-.405	-.289	-.172	.289	.440	.180
	Sig. (2-tailed)	.280	.451	.658	.450	.235	.642
	N	9	9	9	9	9	9
Salinitas	Pearson Correlation	.709*	.611	.834**	-.952**	-.719*	-.631
	Sig. (2-tailed)	.032	.080	.005	.000	.029	.068
	N	9	9	9	9	9	9
DO	Pearson Correlation	.610	.471	.725*	-.782*	-.402	-.268
	Sig. (2-tailed)	.081	.201	.027	.013	.284	.485
	N	9	9	9	9	9	9
TSS	Pearson Correlation	-.282	-.229	.239	-.022	.167	-.148
	Sig. (2-tailed)	.463	.554	.536	.956	.668	.703
	N	9	9	9	9	9	9
Lokasi	Pearson Correlation	.669*	.584	-.325	-.148	-.404	-.233
	Sig. (2-tailed)	.049	.098	.393	.705	.281	.546
	N	9	9	9	9	9	9

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



Lampiran 9. Dokumentasi

	
Pengukuran salinitas	Pengukuran suhu
	
Pengukuran pH	sampel Kepiting Bakau



Pengambilan Daging Kepiting Bakau



Pengambilan hemolim Kepiting Bakau



Analisa THC / DHC



Preparat untuk metode smear



Pembuatan preparat



Mikroskop Olympus BX53 untuk analisa mikronuklei (Mn)

