

**KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb PADA LAMUN JENIS
Enhalus acoroides, *Thalassia hemprichii* DAN *Cymodocea rotundata* DI PESISIR
DESA BANJARWATI
KECAMATAN PACIRAN, LAMONGAN**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**OLEH:
AGUNG KURNIA TRIWICAKSONO
0310810002**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG
2007**

**KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb PADA LAMUN JENIS
Enhalus acoroides, *Thalassia hemprichii* DAN *Cymodocea rotundata* DI PESISIR
DESA BANJARWATI
KECAMATAN PACIRAN, LAMONGAN**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

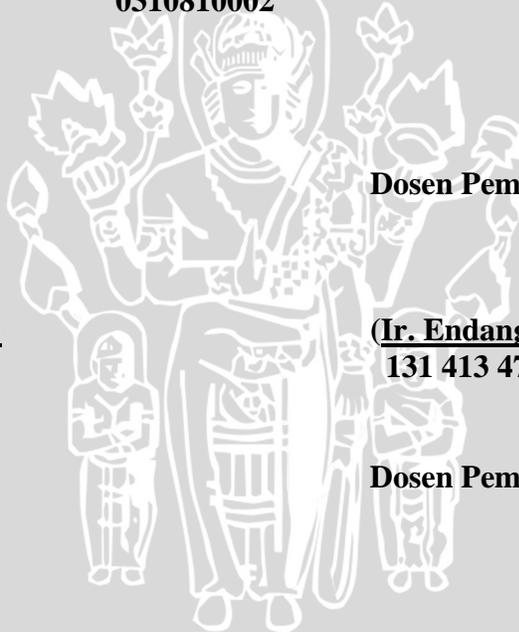
**OLEH:
AGUNG KURNIA TRIWICAKSONO
0310810002**

**Menyetujui,
Dosen Penguji I**

**(Ir. Muhammad Musa, MS)
131 583 504**

Dosen Penguji II

**(Ir. Kusriani)
131 411 123**



Dosen Pembimbing I

**(Ir. Endang Yuli H., MS)
131 413 475**

Dosen Pembimbing II

**(Asus Maizar S.H., S.Pi, MP)
132 306 504**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

**(Ir. Maheno Sri Widodo, MS)
131 471 522**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamiin...

Sembah, sujud dan syukur tak henti – hentinya penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat, hidayah, keagungan serta keajaiban-Nya laporan Skripsi ini dapat diselesaikan.

Atas segala bimbingan, masukan serta saran, penulis haturkan banyak terima kasih kepada:

1. Yth. Ir. Sukoso, M.Sc, Ph.D selaku Dekan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.
2. Ibu Ir. Endang Yuli H., MS selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Agus Maizar S.Pi, MP selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Program Studi MSP.
4. Bapak Ir. Muhammad Musa, MS selaku Dosen Penguji I.
5. Ibu Ir. Kusriani selaku Dosen Penguji II.
6. Papa dan Mama terima kasih atas segala doa dan dukungannya serta Kakakku Mbak Eka, Abang Andri dan Adikku Aning serta keponakanku Keisyah terima kasih atas dukungannya.
7. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penulisan laporan Skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga karya kecil yang sarat dengan kekeliruan ini dapat bermanfaat dan memberi informasi bagi semua pihak.

Malang, November 2007

Penulis

RINGKASAN

AGUNG KURNIA T. 0310810002. MSP. Studi Kandungan Logam Berat Pb pada Lamun Jenis *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata* di Pesisir Desa Banjarwati, Kecamatan Paciran, Lamongan. Laporan Skripsi. (Dibawah bimbingan **Ir. Endang Yuli Herawati, MS dan Asus Maizar, S.Pi, MP**)

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2007 dengan tujuan untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) pada lingkungan perairan, sedimen dan tumbuhan lamun jenis *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata* di pesisir desa Banjarwati.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah lamun jenis *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata*, sedimen dan air. Sedangkan parameter fisika kimia yang diukur yaitu pasang surut, substrat dasar, pH sedimen, pH perairan salinitas, suhu dan kesadahan serta analisis kandungan logam berat Pb dalam air, sedimen dan pada lamun. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode pengambilan sampel berupa metode sampling dengan garis transek (transec line method). Pengambilan data dilakukan pada tiga stasiun. Stasiun 1 terletak di daerah dekat dengan pemukiman, stasiun 2 terletak di daerah dekat dengan pelabuhan kecil (tempat kapal bersandar) dan stasiun 3 terletak di daerah dekat dengan sungai (pertemuan air sungai dengan air laut).

Kandungan Pb pada lamun jenis *Cymodocea rotundata*, kandungan Pb rata – rata terendah terdapat pada akar rimpang (ar) = 1,67 mg/kg (Stasiun 2). Kandungan Pb rata – rata tertinggi pada helaian daun (hd) = 8,16 mg/kg (Stasiun 1). Kandungan Pb untuk lamun jenis *Thalassia hemprichii*, kandungan Pb rata-rata terendah terdapat pada akar rimpang (ar) = 2,64 mg/kg (Stasiun 2). Kandungan Pb rata-rata tertinggi pada helaian daun (hd) = 9,64 mg/kg Stasiun 1). Sedangkan untuk kandungan Pb pada lamun jenis *Enhalus acoroides*, kandungan Pb rata-rata terendah terdapat pada akar rimpang (ar) = 1,90 mg/kg (Stasiun 2). Kandungan Pb rata-rata tertinggi pada helaian daun (hd) = 8,81 mg/kg (Stasiun 1). Secara garis besar Kandungan Pb tertinggi pada lamun di ketiga stasiun terdapat pada bagian helaian daun.

Kandungan Pb dalam perairan terendah ditemukan pada stasiun 2 yaitu 0,087 mg/l, sedangkan kandungan Pb tertinggi ditemukan pada stasiun 1 yaitu 0,163 mg/l. Kandungan Pb tersebut tidak normal atau tidak layak berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 / MENKLH / 2004 yaitu sebesar < 0,008 mg/l.

Kandungan Pb rata – rata pada sedimen terendah ditemukan di stasiun 3 yaitu 6,083 mg/kg. Kandungan Pb rata – rata tertinggi ditemukan pada Stasiun 2 yaitu 7,526 mg/kg. Kandungan keduanya masih tergolong rendah berdasarkan *Reseau National d' Observation* (RNO), dimana kandungan logam Pb yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10 – 70 mg/kg.

Hasil pengamatan sifat fisika dan kimia lingkungan perairan didapatkan kisaran suhu 25 – 28 °C; salinitas 32 – 33 ‰; pH perairan sebesar 8 – 8,3; pH sedimen sebesar 7,4 – 7,7 dan kesadahan berkisar antara 1205 – 1585. Jenis substrat untuk semua stasiun adalah pasir. Kualitas perairan pada padang lamun sesuai bagi pertumbuhan lamun dan sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota lamun berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.51/ MENKLH/ 2004.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai logam berat Pb di lamun, air dan sedimen dapat diketahui bahwa perairan pesisir desa Banjarwati sudah mulai tercemar. Saran dari penelitian ini adalah diperlukan upaya pengelolaan wilayah pesisir untuk menekan tingkat pencemaran logam berat Pb di pesisir desa Banjarwati.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
RINGKASAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Kegunaan Penelitian	6
1.5 Waktu dan Tempat	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pencemaran Laut oleh Logam Berat	7
2.1.1 Timbal (Pb)	9
2.1.2 Mekanisme Masuknya Logam Berat ke Tubuh Tumbuhan	12
2.2 Kondisi Umum Padang Lamun	13
2.3 Morfologi Lamun	15
2.3.1 Morfologi <i>Enhalus acoroides</i>	15
2.3.2 Morfologi <i>Thalassia hemprichii</i>	16
2.3.3 Morfologi <i>Cymodocea rotundata</i>	16
2.4 Peranan Lamun	17
2.5 Sifat – Sifat Fisika dan Kimia Lamun	19
2.5.1 Pasang Surut	19
2.5.2 Suhu	19
2.5.3 Salinitas	20
2.5.4 pH Perairan	21
2.5.5 pH Sedimen	21
2.5.6 Substrat Dasar Lamun	23
2.6 Hasil – Hasil Penelitian tentang Lamun	23
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	26
3.1 Materi Penelitian	26
3.2 Metode Penelitian	26
3.2.1 Metode Pengambilan Data	27
3.3 Metode Pengambilan Sampel dan Penetapan Stasiun Pengamatan	27
3.3.1 Penetapan Stasiun Pengamatan	27

3.3.2	Pengambilan Sampel.....	27
3.3.2.1	Pengambilan Sampel Lamun	27
3.3.2.2	Pengambilan Sampel Air Laut	28
3.3.2.3	Pengambilan Sampel Sedimen.....	28
3.4	Metode Analisis Logam Berat Pb	29
3.4.1	Analisis Kandungan Logam Berat Pb pada Lamun dan Sedimen	29
3.4.2	Analisis Sampel Cair (Air Laut)	30
3.5	Prosedur Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia.....	30
3.5.1	Pasang Surut Perairan	30
3.5.2	pH Perairan	30
3.5.3	pH Sedimen.....	31
3.5.4	Substrat Dasar	31
3.5.5	Salinitas	34
3.5.6	Suhu.....	34
3.5.7	Kesadahan	34
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Kabupaten Lamongan	35
4.2	Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	36
4.2.1	Keadaan Umum Desa Banjarwati	36
4.2.2	Deskripsi Stasiun Pengamatan	37
4.3	Faktor Fisika dan Kimia Lingkungan Perairan	40
4.4	Logam Berat Timbal (Pb)	40
4.4.1	Kandungan Pb pada Lamun	40
	a. <i>Enhalus acoroides</i>	41
	b. <i>Thalassia hemprichii</i>	43
	c. <i>Cymodocea rotundata</i>	44
4.4.2	Kandungan Pb dalam Air.....	48
4.4.3	Kandungan Pb pada Sedimen	50
4.5	Sifat Fisika dan Kimia Lingkungan Perairan.....	52
4.5.1	Suhu.....	52
4.5.2	Salinitas	53
4.5.3	pH Perairan dan Sedimen	53
	a. pH Perairan.....	53
	b. pH Sedimen.....	54
4.5.4	Kesadahan	55
4.5.5	Pasang Surut.....	55
4.5.6	Substrat Dasar	56
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	58
	DAFTAR PUSTAKA.....	59
	LAMPIRAN.....	63

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia, melintang di ekuator kurang lebih 6° LU – 11° LS dan membujur dari 95° BT – 141° BT, bukan merupakan satu kepulauan melainkan kumpulan dari beberapa kepulauan. Pada tahun 1993, Dinas Oseanografi Indonesia telah mendata bahwa kepulauan Indonesia terdiri atas 17.508 pulau, bebatuan, terumbu karang dan pulau pasir (Tomascik *et al.*, 1997). Perairan laut Indonesia kaya akan berbagai biota laut baik flora maupun fauna (Nybakken, 1988 *dalam* Fahrudin, 2002). Jawa Timur mempunyai 229 pulau yang terdiri dari 162 pulau bernama dan 67 pulau tak bernama, dengan panjang pantai sekitar 2.833,85 km yang memiliki potensi perikanan perairan umum yang baik, karena areal perikanan laut Jawa Timur merupakan areal penangkapan ikan yang potensial (Jatim.go.id, 2007).

Salah satu kabupaten yang berada di Jawa Timur adalah Kabupaten Lamongan yang pada bagian utaranya dibatasi oleh Laut Jawa. Desa Banjarwati Kecamatan Paciran. Kabupaten Lamongan merupakan wilayah yang terletak di pantai utara Pulau Jawa yang memiliki potensi perikanan cukup tinggi, hal tersebut terlihat dengan adanya pelabuhan perikanan skala besar (>100 ton/hari) dan jumlah produksi tambak yang relatif besar (29.000 ton/tahun) (Lamongan.go.id, 2007).

Menurut Soegiarto (1976) *dalam* Dahuri *et al.* (2001) definisi wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara wilayah darat dan laut. Dimana ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air yang masih dipengaruhi sifat – sifat laut. Sedangkan ke arah laut pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi proses – proses alami yang terjadi di wilayah daratan atau pesisir.

Definisi wilayah pesisir di atas memberi suatu pengertian bahwa ekosistem pesisir merupakan ekosistem yang dinamis dan mempunyai kekayaan habitat yang beragam. Selain mempunyai potensi yang besar, wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang paling mudah terkena dampak kegiatan manusia, misalnya kegiatan pembangunan. Suatu wilayah pesisir di dalamnya terdapat satu atau lebih sistem lingkungan (ekosistem) dan sumberdaya pesisir. Ekosistem alami yang terdapat di wilayah pesisir antara lain adalah terumbu karang, hutan *mangrove*, padang lamun, pantai berpasir dan lain – lain (Dahuri *et al.*, 2001).

Salah satu ekosistem alami di wilayah pesisir yaitu padang lamun, menurut Romimohtarto dan Juwana (2001) definisi padang lamun (*seagrasses*) yaitu satu – satunya kelompok tumbuh – tumbuhan berbunga yang terdapat di lingkungan laut. Lamun adalah sumberdaya laut yang cukup potensial untuk dimanfaatkan karena memiliki banyak fungsi penting. Menurut Nybakken (1988) secara ekologis padang lamun memiliki beberapa fungsi penting bagi daerah pesisir, yaitu: sumber utama produktifitas primer, sumber makanan penting bagi organisme (dalam bentuk detritus), menstabilkan dasar yang lunak, tempat pembesaran bagi beberapa spesies yang menghabiskan masa dewasanya di lingkungan ini, sebagai peredam arus sehingga menjadikan perairan di sekitarnya tenang dan sebagai tudung pelindung dari panas matahari yang kuat bagi penghuninya. Selain itu berdasarkan Hutagalung (1991) tumbuhan lamun dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran.

Permasalahan utama yang mempengaruhi padang lamun di seluruh dunia adalah kerusakan akibat kegiatan pengerukan, penimbunan dan pencemaran. Kehilangan padang lamun yang diindikasikan oleh hilangnya biota laut, terutama diakibatkan oleh kerusakan habitat. Berbagai spesies lamun mengalami kerusakan juga diakibatkan

kegiatan reklamasi/penimbunan pantai baik untuk keperluan industri maupun pembangunan pelabuhan. Kegiatan tersebut mengakibatkan berkurangnya areal padang lamun (Dahuri *et al.*, 2001), sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Peras dan Picord di pesisir laut tengah Perancis, jenis lamun *Posidonia oceanica* dinyatakan hilang akibat adanya limbah, sedimentasi dan karena jangkar untuk galangan kapal (Supriharyono, 2002).

Menurut Gesamp (1978) dalam Hutagalung (1991) pencemaran laut adalah masuknya atau dimasukkannya zat atau energi oleh manusia secara langsung maupun tidak langsung ke dalam lingkungan laut. Akibat dari kegiatan tersebut dapat menyebabkan kerugian karena merusak sumberdaya hayati, membahayakan kesehatan manusia, menghalangi aktifitas di laut termasuk perikanan, menurunkan mutu air laut yang digunakan dan mengurangi kenyamanan di laut.

Logam berat merupakan salah satu bahan anorganik yang dapat mencemari lingkungan. Menurut Kristanto (2002) logam berat berbahaya sering mencemari lingkungan yang paling utama salah satunya adalah timbal (Pb). Menurut Suhendrayatna (2001), Timbal merupakan logam berat yang sangat beracun, sumber utama timbal adalah berasal dari komponen gugus alkil timbal yang digunakan sebagai bahan aditif bensin. Luas padang lamun di pesisir Desa Banjarwati terdapat sekitar 5 ha (Ratnasari, 2005). Jenis lamun yang banyak ditemukan di pesisir tersebut adalah *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, dan *Cymodocea rotundata*.

Pada daerah tersebut terdapat aktifitas pelayaran di sekitar pesisir yang cukup padat dilihat dari jumlah perahu atau kapal yang ada. Dimana dari perahu tersebut dapat membuang minyak yang nantinya dapat menjadi salah satu sumber pencemaran logam berat Pb. Selain itu, cat maupun kerangka kapal atau perahu juga dapat menjadi sumber

pencemaran logam berat Pb. Pada daerah pesisir desa Banjarwati terdapat juga bahan masukan pencemar dari kendaraan bermotor yang masuk ke dalam perairan yang dapat menghasilkan limbah timbal. Kesadaran masyarakat sekitar yang rendah dan kurangnya informasi mengenai lamun tentu dapat menambah dampak buruk terhadap ekosistem lamun tersebut di daerah pesisir desa Banjarwati.

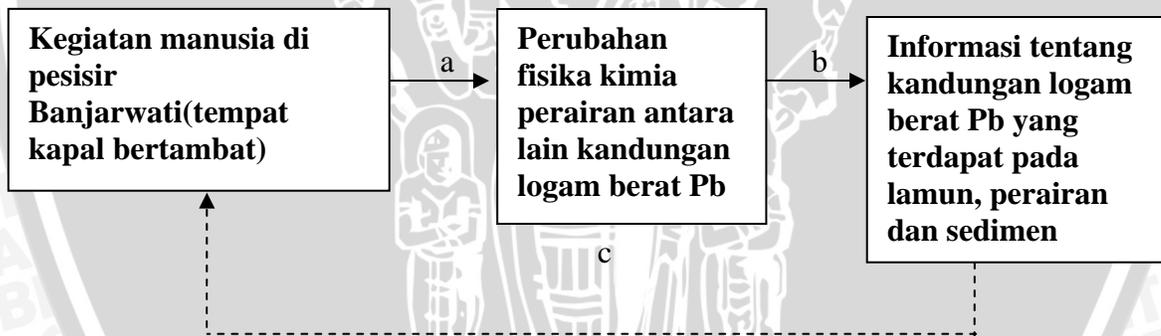
Penelitian mengenai kandungan logam berat pada tumbuhan lamun yang telah dilakukan di dunia yaitu oleh Kiswara pada tahun 1986 – 1989 di Belanda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam berat dalam akar lebih tinggi daripada dalam rimpang. Kadar Cd, Pb dan Zn dalam daun tua lebih tinggi daripada kadar dalam daun muda. Kadar Cd dan Zn tertinggi terdapat dalam detritus sedangkan kadar Cu dalam daun muda dan Pb terdapat dalam akar (Kiswara, 1994). Lebih lanjut Kiswara juga melakukan penelitian dengan Sudjoko pada tahun 1988 di Teluk Jakarta. Hasil penelitiannya tersebut menunjukkan bahwa kadar logam berat dalam bagian tumbuhan diatas substrat lebih tinggi daripada bagian dalam substrat (Kiswara dan Sudjoko, 1993).

Pada pesisir Desa Banjarwati ditemukan tiga jenis lamun yang paling banyak jumlahnya, yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, dan *Cymodocea rotundata*. Tetapi penelitian tentang kandungan logam berat pada tumbuhan lamun belum banyak dilakukan di Jawa Timur, khususnya di pesisir Desa Banjarwati, sehingga penulis merasa perlu melakukan penelitian mengenai kandungan logam berat Pb pada lamun jenis *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata* karena jenis lamun ini yang paling banyak ditemui di pesisir Desa Banjarwati.

1.2 Perumusan Masalah

Kabupaten Lamongan merupakan contoh daerah di Jawa Timur yang mempunyai ekosistem lamun. Lamun memiliki fungsi ekologis yang sangat penting, di antaranya yaitu sebagai produsen primer, habitat biota perairan dan penangkap sedimen sehingga dapat mencegah erosi. Lamun juga dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran. Pentingnya fungsi lamun tersebut menjadikan keberadaan ekosistem ini perlu untuk dilestarikan.

Ekosistem padang lamun ini hidup di kawasan yang mudah terpengaruh oleh aktifitas manusia yang dapat berdampak negatif bagi ekosistem lamun itu sendiri. Adanya kegiatan pelayaran, pemukiman, peternakan, perikanan bahkan adanya sungai di pesisir Desa Banjarwati tentu akan menjadi beban bagi ekosistem lamun di daerah tersebut.



Gambar 1. Perumusan masalah

Keterangan:

- a : Kegiatan manusia di pesisir Banjarwati (tempat kapal bertambat) akan memberikan pengaruh terhadap kondisi fisika dan kimia perairan.
- b : Perubahan kondisi fisika kimia perairan khususnya logam berat akan berpengaruh terhadap lamun
- c : Kandungan logam berat pada daun lamun secara tidak langsung dapat dijadikan sebagai bahan informasi untuk evaluasi kegiatan manusia di kawasan pesisir Desa Banjarwati (tempat kapal bertambat).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) pada perairan, sedimen dan tumbuhan lamun jenis *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata* di pesisir Desa Banjarwati.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini antara lain:

1. Diharapkan dapat berguna sebagai informasi dasar bagi mahasiswa (perguruan tinggi), peneliti (lembaga ilmiah) dan pihak yang berkepentingan.
2. Diharapkan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai kandungan logam berat Pb pada lamun khususnya jenis *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, dan *Cymodocea rotundata*.
3. Informasi mengenai kandungan Pb pada lamun, air maupun sedimen serta hubungannya, di pesisir Desa Banjarwati diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu acuan dalam pengelolaan wilayah pesisir terpadu.

1.5 Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilakukan di areal padang lamun di pesisir Desa Banjarwati Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur pada bulan Maret 2007. Analisa kandungan logam berat dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Laut oleh Logam Berat

Secara garis besar gejala kerusakan lingkungan yang mengancam kelestarian sumberdaya pesisir dan lautan di Indonesia yaitu : pencemaran, degradasi fisik habitat, over eksploitasi sumberdaya alam, abrasi pantai, konservasi kawasan lindung menjadi peruntukan pembangunan lainnya dan bencana alam. Sumber pencemaran perairan pesisir biasa terdiri dari limbah industri, limbah cair pemukiman (*sewage*), limbah cair perkotaan (*urban stormwater*), pelayaran (*shipping*), pertanian, dan perikanan budidaya. Bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah tersebut berupa : sedimen, unsur hara (*nutrien*), logam beracun (*toxic metals*), pestisida, organisme eksotik, organisme patogen, sampah dan *oxygen depleting substance* (bahan-bahan yang menyebabkan oksigen yang terlarut dalam air laut berkurang) (Pagoray,2003). Air sering tercemar oleh berbagai komponen anorganik diantaranya berbagai jenis logam berat yang berbahaya, beberapa diantaranya banyak digunakan dalam berbagai keperluan sehingga diproduksi secara kontinyu dalam skala industri (Kristanto, 2002).

Berdasarkan daya hantar listrik, semua unsur kimia yang terdapat dalam susunan berkala unsur – unsur dapat dibagi atas dua golongan yaitu logam dan non logam. Golongan logam mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi, sedangkan golongan non-logam mempunyai daya hantar panas dan listrik yang rendah. Berdasarkan densitasnya golongan logam dapat dibagi lagi menjadi dua golongan, yaitu golongan logam ringan dan logam berat. Menurut Hutagalung (1991) golongan logam ringan (*light metals*) mempunyai densitas $< 5 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan golongan logam berat (*heavy metals*) mempunyai densitas $> 5 \text{ gr/cm}^3$.

Menurut Darmono (1995) logam-logam tertentu sangat berbahaya bila ditemukan pada konsentrasi yang tinggi dalam lingkungan (air, tanah, udara) karena logam tersebut mempunyai sifat yang merusak jaringan tubuh makhluk hidup. Logam sangat diperlukan dalam proses kehidupan makhluk hidup, dalam hal ini dibagi dua bagian, yaitu logam esensial dan logam non esensial. Logam esensial adalah logam yang sangat membantu dalam proses fisiologis makhluk hidup dengan jalan membantu kerja enzim atau pembentukan organ dari tubuh makhluk yang bersangkutan, sedangkan logam non esensial yaitu logam yang peranannya dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui, kandungannya dalam jaringan hewan sangat kecil dan apabila kandungannya tinggi maka akan dapat merusak organ-organ tubuh makhluk yang bersangkutan.

Menurut Bryan (1976) dalam Supriharyono (2002) secara umum sumber-sumber pencemaran logam berat di laut dapat dibagi menjadi dua, yaitu sumber-sumber yang bersifat alami dan buatan. Logam berat yang masuk ke perairan laut secara alami berasal dari 3 sumber, yaitu :

1. masukan dari daerah pantai (*coastal supply*) yang berasal dari sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktifitas gelombang,
2. masukan dari laut dalam (*deep sea supply*) meliputi logam-logam yang dibebaskan oleh aktifitas gunung berapi di laut dan logam-logam yang dibebaskan dari pantai atau sedimen-sedimen oleh proses kimiawi, dan
3. masukan dari lingkungan dekat daratan pantai, termasuk logam-logam yang ditransformasikan dari atmosfer sebagai partikel dan debu, sedangkan sumber-sumber buatan (*man made*) adalah logam-logam yang dibebaskan oleh proses industri logam dan batu-batuan.

2.1.1 Timbal (Pb)

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum* dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Penyebaran logam timbal di bumi sangat sedikit, jumlah timbal yang terdapat di seluruh lapisan bumi hanyalah 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi. Jumlah tersebut sangat sedikit jika dibandingkan dengan kandungan logam berat lainnya yang ada di bumi (Palar, 1994). Lead / timbal / timah hitam (Pb) pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi (Effendi, 2003).

Menurut Sunu (2001), timbal (Pb) adalah logam lunak kebiruan atau kelabu keperakan yang lazim terdapat dalam kandungan endapan sulfat yang bercampur dengan mineral lainnya terutama seng dan tembaga. Menurut Effendi (2003) timbal tidak termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup, bahkan unsur ini bersifat toksik bagi manusia dan hewan karena dapat terakumulasi pada tulang, sedangkan toksisitas timbal terhadap tumbuhan relatif rendah dibanding dengan unsur renik yang lain. Pb (timah hitam / timbal) dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktifitas manusia.

Menurut Palar (2004), secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan, di samping itu proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin yang merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan. Menurut Pagoray (2003), timbal merupakan logam yang amat beracun yang pada dasarnya tidak dapat dimusnahkan serta tidak terurai menjadi zat lain dan bila terakumulasi dalam tanah relatif lama. Oleh karena itu, apabila timbal yang lepas ke lingkungan akan menjadi ancaman bagi makhluk hidup. Komponen timbal dapat digunakan sebagai pewarna cat karena kelarutannya di

dalam air rendah, dapat berfungsi sebagai pelindung dan terdapat dalam berbagai warna, penggunaan timbal juga pada bensin untuk kendaraan, cat dan pestisida, sedangkan menurut Sugiharto (1987) limbah timbal dapat berasal dari minyak, dan menurut Darmono (2001) Pb dapat berasal dari pembakaran sampah dan minyak, ditambah lagi menurut Palar (1994) persenyawaan yang terbentuk antara Pb dengan arsenat dapat digunakan sebagai insektisida.

Menurut Kristanto (2002) penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpan untuk mobil, dimana digunakan timbal metalik dan komponen – komponennya. Penggunaan lainnya adalah untuk produk – produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa dan solder. Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena memiliki sifat – sifat sebagai berikut:

- titik cairnya rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair maka hanya membutuhkan teknik yang sederhana dan murah
- sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab
- timbal membentuk *alloy* dengan logam lainnya dan *alloy* yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda dengan timbal yang murni
- densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya, kecuali bila dibandingkan dengan emas dan merkuri, menurut Hutagalung (1991) densitas timbal adalah $11,33 \text{ gr/cm}^3$.

Menurut Scott (1996) timbal dapat membentuk senyawa timbal (II) dan timbal (IV), dimana kebanyakan senyawa timbal merupakan racun kumulatif. Adapun senyawa – senyawa timbal tersebut yaitu:

- Timbal (II) nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) yang merupakan satu – satunya senyawa timbal lazim yang larut.
- Timbal (II) oksida (PbO) yaitu timbal monoksida yang merupakan oksida berwarna kuning, digunakan untuk membuat kaca dan email.
- Timbal (IV) oksida (PbO_2) yaitu oksida yang terbentuk dalam akumulator timbal asam.

Timbal dalam perairan ada dalam 3 bentuk yaitu, PbOH , PbCO_3 dan ion Pb^{2+} . Tetraetil timbal ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) yang merupakan bahan *antiknocking* yang ditambahkan pada bensin agar mesin mobil berjalan halus. Timbal dalam sistem perairan biasanya dalam bentuk kompleks dalam gugus organik membentuk larutan koloida atau dalam bentuk ion Pb^{++} dan PbCl^+ (Supriharyono, 2002). Semua bentuk Pb berpengaruh sama terhadap aktifitas manusia. Walaupun pengaruh toksisitas akut agak jarang dijumpai tetapi pengaruh toksisitas kronis paling sering ditemukan. Timbal di dalam tubuh terutama terikat dalam gugus – SH dalam molekul protein dan hal ini menyebabkan hambatan pada aktifitas kerja sistem enzim. Timbal mengganggu sistem sintesis hemoglobin (Darmono, 2001). Racun Pb biasanya menyerang pada 3 sistem organ tubuh, yaitu *hematologis*, *neurologis* dan *renal* (ginjal), disamping itu racun Pb dapat juga menimbulkan anemia (Epa, 1976 dalam Supriharyono, 2002).

Menurut Bryan (1976); Forstner (1997) dalam Supriharyono (2002) kandungan Pb yang terkandung dalam air laut berkisar antara 0,005 – 0,03 mg/L. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 2003, baku mutu Pb air laut untuk biota laut yaitu 0,008 ppm.

2.1.2 Mekanisme Masuknya Logam Berat ke Tubuh Tumbuhan

Kontaminasi logam berat di dalam tubuh hewan – hewan laut selain melalui mikroba juga dapat melalui tumbuhan. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, dikatakan bahwa tumbuhan laut dapat menyerap dan mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya. Menurut Supriharyono (2002), logam berat yang terserap oleh tumbuhan akan masuk ke dalam tubuh hewan laut (organisme lainnya) melalui sistem rantai makanan. Lamun merupakan salah satu contoh tumbuhan laut yang mampu menyerap logam berat dari lingkungannya.

Tumbuhan lamun biasanya hidup dan terdapat di sekitar wilayah pesisir pantai yang merupakan tempat penumpukan sedimen yang mengandung limbah dari daratan. Logam berat memiliki densitas yang cukup tinggi sehingga cenderung mengendap di sedimen, akar dari tumbuhan lamun memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat yang ada dalam sedimen kemudian diedarkan ke bagian tubuh lainnya. Mekanisme masuknya Pb dari asap masuk ke perairan dalam bentuk organik kemudian pecah menjadi bahan anorganik yang diserap oleh lamun melalui akarnya kemudian disuplai ke seludang daun dan helaian daun (Kiswara dan Sudjoko, 1993).

Lamun juga dapat menyerap logam berat melalui daunnya (Widiriani, (1996) dalam Siregar (2003)). Lebih lanjut dijelaskan bahwa masuknya partikel timbal ke dalam jaringan daun bukan karena timbal dibutuhkan oleh tanaman, tetapi hanya sebagai akibat ukuran stomata daun yang cukup besar yaitu $10 \times 27 \mu\text{m}$ dan ukuran partikel timbal yang relatif kecil yaitu $2 \mu\text{m}$. Timbal yang tidak larut dalam air terserap oleh tanaman melalui proses penyerapan pasif. Menurut Suhendrayatna (2001), kandungan logam berat yang normal untuk berbagai jenis tumbuhan adalah 0,5 – 3,0 ppm. Apabila kandungan logam berat terlalu tinggi melebihi 3,0 ppm maka secara langsung ataupun

tidak langsung akan menyebabkan penurunan kemampuan fotosintesis bagi tanaman tersebut karena pencemaran logam berat akan menyebabkan hilang atau rusaknya jaringan – jaringan yang penting untuk proses fotosintesis serta gangguan pembukaan stomata.

Menurut Fitter (1991), ada 4 mekanisme utama suatu tumbuhan dapat resisten terhadap toksisitas, yaitu:

- a. Penghindaran (avoidance) fenologis. Apabila stress yang terjadi pada tanaman bersifat musiman, tanaman dapat menyesuaikan siklus hidupnya sehingga dapat tumbuh pada musim apa saja.
- b. Eksklusi. Tanaman dapat mengenal ion toksik dan mencegah agar tidak terambil sehingga tidak mengalami toksisitas.
- c. Penanggulangan (ameliorasi). Tanaman mengabsorpsi ion tersebut, tetapi bertindak untuk meminimalkan pengaruhnya.
- d. Toleransi. Tanaman dapat mengembangkan sistem metabolis (imun) salah satunya dengan molekul enzim sehingga tanaman dapat toleran pada saat toksisitas sangat tinggi.

2.2 Kondisi Umum Padang Lamun

Lamun (*seagrasses*) adalah tumbuhan berbunga (angiospermae) yang dapat tumbuh dengan baik dalam lingkungan laut dangkal (Wood *et al.*, 1969 dalam Azkab, 1999). Berdasarkan Wood *et al.* (1969); Thomlinson (1974); Azkab (1999) dalam Fahrudin (2002) lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan berbunga (*angiospermae*) yang berbiji satu (monokotil) dan mempunyai rimpang, daun, bunga dan buah. Menurut Romimohtarto dan Juwana (2001) secara umum daun lamun berbentuk seperti rumput

yang lentur dan sistem akar dari rimpang yang meluas sehingga mampu bertahan terhadap pengaruh ombak, pasang surut dan perpindahan sedimen di habitat pantai yang dangkal. Menurut Mann (2000) dalam Bengen (2002) lamun umumnya membentuk padang lamun yang luas di dasar laut yang masih dapat dijangkau matahari yang memadai bagi pertumbuhannya. Lamun hidup di perairan yang dangkal dan jernih pada kedalaman 2 – 12 m dengan sirkulasi air yang baik. Hampir semua tipe substrat dapat ditumbuhi lamun, mulai dari substrat berlumpur sampai berbatu, namun pada lamun yang luas lebih sering ditemukan di substrat lumpur - berpasir yang tebal antara hutan *mangrove* dan terumbu karang.

Keunikan tumbuhan lamun dibanding tumbuhan lainnya yaitu adanya perakaran yang ekstensif dan sistem *rhizome*, karena tipe perakaran ini menyebabkan daun – daun tumbuhan lamun menjadi lebat dan ini banyak manfaatnya dalam menopang keproduktivan ekosistem padang lamun (Supriharyono, 2002). Susunan rhizoma dan batang dari daun lamun membentuk ikatan seperti pembuluh. Rhizoma dan akar lamun dapat mengikat pada substratnya dan membenamkan diri di bawah sedimen dengan membentuk jaringan – jaringan yang luas (Tomascik *et al.*, 1997).

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2001) lamun biasanya terdapat dalam jumlah yang melimpah dan sering membentuk padang yang lebat dan luas. Sifat – sifat lingkungan pantai, terutama dekat estuari merupakan tempat yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan lamun. Seperti halnya *mangrove*, lamun juga hidup di lingkungan yang sulit karena adanya pengaruh gelombang, sedimentasi, pemanasan air, pergantian pasang surut dan curah hujan, semuanya harus dihadapi dengan gigih dengan penyesuaian secara morfologis dan faal (perilaku).

Ada 50 jenis lamun yang ditemukan di dunia yang tumbuh pada perairan laut dangkal yang berdasar lumpur atau pasir, dari 50 jenis lamun tersebut hanya 12 jenis saja yang pernah ditemukan di Indonesia, spesies tersebut antara lain: *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis*, *Halophila spinulosa*, *Halophila minor*, *Halophila decipiens*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Thalassodendran ciliatum*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* (Azkab, 1999). Menurut Tomascik *et al.* (1997) hal tersebut sangat mengejutkan karena hanya terdapat 12 spesies dan 7 genus lamun saja, padahal Indonesia mempunyai keragaman habitat lamun yang tinggi di dunia.

2.3 Morfologi Lamun

2.3.1 Morfologi *Enhalus acoroides*

Menurut Kiswara (1992), *Enhalus acoroides* mempunyai akar rimpang berdiameter 13,15-17,20 mm yang tertutup rapat dengan rambut-rambut yang kaku dan keras. Akar berbentuk seperti tali, berjumlah banyak dan tidak bercabang, panjangnya antara 18,50-157,66 mm dan diameternya antara 3,00-5,00 mm. Bentuk daun seperti sabuk, tepinya rata, dan ujungnya tumpul, panjangnya antara 65,0-160,0 cm, dan lebar antar 1,2-2,0 cm. Buah dijumpai pada bulan Juli dan bunga tidak ditemukan. Pada rata-rata terumbu Pulau Pari *Enhalus acoroides* tumbuh pada dasar berlumpur, pasir dan pasir berkarang yang selalu tergenang air. Tumbuhnya berpencair dalam kelompok-kelompok kecil terdiri dari beberapa individu atau kumpulan individu yang rapat, berupa kelompok murni atau bersama-sama dengan *Thalassia hemprichii* dan *Halophila ovalis*. *Enhalus acoroides* merupakan jenis lamun yang mempunyai ukuran paling besar, helaian daunnya dapat mencapai ukuran lebih dari 1 m. Jenis ini tumbuh di perairan dangkal

sampai kedalaman 4 m, pada dasar pasir, pasir berlumpur atau lumpur. Vegetasi umumnya sangat melimpah, kelimpahannya rendah bila tumbuh di daerah pasang surut.

2.3.2 Morfologi *Thalassia hemprichii*

Menurut Kiswara (1992), *Thalassia hemprichii* mempunyai akar rimpang berbuku-buku yang pendek, panjang antara buku 3,95-7,70 mm, diameternya 3,30-4,65 mm. Sebatang akar muncul dari tiap buku, panjangnya antara 11,10-76,20 mm. Daun muncul dari tunas cabang yang tumbuh dari akar rimpang pada interval 5-33 buku. Daun berbentuk pita dan panjangnya antara 3,6-25 cm, lebar antara 0,17-1,70 cm, tepinya rata dan ujungnya tumpul. Buah dijumpai pada bulan Oktober. Pada rata-rata terumbu Pulau Pari, *Thalassia hemprichii* tumbuh pada dasar lumpur, pasir dan pasir berkarang baik yang terbuka saat surut maupun yang selalu digenangi air. Mereka tumbuh dalam kelompok-kelompok murni yang rapat berpencair dengan kerapatan rendah, atau bersama-sama dengan *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata* dan *Halophila ovalis*.

2.3.3 Morfologi *Cymodocea rotundata*

Menurut Kiswara (1992), *Cymodocea rotundata* mempunyai rimpang yang liat, berwarna coklat muda dan putih di tunasnya, berbuku-buku dengan panjang antara 11,0-35,9 mm, diameter antara 1,95- 3,00 mm. Akar yang muncul dari setiap buku berjumlah 1-3 buah. Daun berbentuk pita, tepinya rata dan ujungnya tumpul, berjumlah 2-3 helai, terdapat pada tunas cabang yang muncul dari buku akar rimpang, daun berukuran panjang antara 77,20-180,30 mm dan lebar antar 3,70-4,59 mm. Sarung daun (*leaf-sheat*) berbentuk tirus, ramping, kecil pada pangkalnya, panjang antara 30,2-95,4 mm, lebar antara 4,40-5,50 mm. *Cymodocea rotundata* tumbuh pada dasar pasir di dekat pantai yang terbuka saat surut dan jauh dari pantai yang selalu tergenang air, yang

membentuk rumpun murni atau yang tumbuh bersama-sama dengan *Thalassia hemprichii*. Pada rataan terumbu Pulau Pari, *Cymodocea rotundata* terdapat pada perairan dangkal di daerah batas pasang surut terendah yang terbuka dan melebar sampai ke tengah. Sebaran di batas pasang terendah yang tidak tergenang lebih luas daripada di daerah pasang tertinggi. Jenis-jenis lain yang berasosiasi dengan *Cymodocea rotundata* di rataan terumbu Pulau Pari adalah *Thalassia hemprichii*. Sebaran *Cymodocea rotundata* terbatas di dasar berpasir, dan di dasar berlumpur tidak dijumpai.

2.4 Peranan Lamun

Berdasarkan hasil – hasil penelitian diketahui bahwa peranan lamun di lingkungan perairan laut dangkal adalah sebagai berikut:

a. Sebagai Produsen Primer

Lamun mempunyai tingkat produksi primer tertinggi bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya yang ada di laut dangkal seperti ekosistem mangrove dan ekosistem terumbu karang (Thayer *et al.*, 1975; Qosim dan Bhattathiri, 1971 dalam Azkab, 1999).

b. Sebagai Habitat Biota

Lamun memberikan tempat perlindungan dan tempat menempel berbagai hewan dan tumbuh – tumbuhan (*algae*). Selain itu padang lamun (*seagrass beds*) dapat juga sebagai daerah asuhan, padang penggembalaan dan makanan dari berbagai jenis ikan herbivora dan ikan – ikan karang (*coral fishes*) (Kikuchi & Peres, 1997 dalam Azkab, 1999).

c. Sebagai Penangkap Sedimen

Daun lamun yang lebat akan memperlambat air yang disebabkan oleh arus dan ombak sehingga perairan di sekitarnya menjadi tenang. Selain itu rimpang dan akar

lamun dapat menahan dan mengikat sedimen sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan, jadi padang lamun yang berfungsi sebagai penangkap sedimen dapat mencegah erosi (Gingsburg dan Lowenstan, 1958; Thoraug dan Austin, 1976 dalam Azkab, 1999).

d. Sebagai Pendaaur Zat Hara

Lamun memegang peranan penting dalam pendauran zat hara dan elemen – elemen langka di lingkungan laut, khususnya zat – zat hara yang dibutuhkan oleh alga epifitik. Harlin (1975) dalam Azkab (1999) menyatakan bahwa fosfat yang diambil oleh daun *Phyllospandix* dan *Zoostera* dapat bergerak sepanjang helai daun dan masuk ke dalam alga epifitik yang hidup menempel pada daun lamun tersebut.

Menurut Phillips dan Menez (1988) dalam Fahrudin (2002) selain fungsi di atas lamun juga merupakan komoditi yang sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat baik secara tradisional maupun secara modern. Adapun manfaat lamun secara tradisional antara lain digunakan untuk pupuk dan kompos, cerutu dan mainan anak – anak, dianyam menjadi keranjang, tumpukan untuk pematang, mengisi kasur, ada yang dimakan, dibuat jaring ikan, sedangkan manfaat secara modern antara lain sebagai penyaring limbah, stabilisator pantai, bahan untuk pabrik kertas, makanan, obat – obatan dan sumber bahan kimia. Menurut Hutagalung (1991) lamun juga dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran karena memenuhi syarat – syarat sebagai berikut: dapat mengakumulasi bahan cemaran, tanpa dia sendiri mati terbunuh; terdapat dalam jumlah yang banyak di seluruh daerah penelitian; terikat pada suatu tempat yang keras; mempunyai ukuran memadai untuk ukuran analisis; mudah diambil dan tidak cepat rusak.

2.5 Sifat – Sifat Fisika dan Kimia Lamun

2.5.1 Pasang Surut

Menurut Dahuri *et al.* (2001) pasang surut atau pasut adalah proses naik turunnya muka laut secara hampir periodik karena gaya tarik benda – benda angkasa, terutama bulan dan matahari, sedangkan kisaran pasut (*tidal range*) adalah perbedaan tinggi muka air pada saat pasang maksimal dengan tinggi muka air pada saat surut minimum, rata – rata berkisar 1 – 3 meter. Menurut Romimohtarto dan Juwana (2001) pasang surut (pasut) merupakan salah satu gejala laut yang besar pengaruhnya terhadap kehidupan biota laut khususnya di wilayah pantai, bahkan menurut Nontji (2002) sebaran biota dasar di daerah pantai sangat dipengaruhi oleh pasut.

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2001) lamun merupakan salah satu biota yang hidup di lingkungan pantai, dimana menurut Bengen (2002) air yang bersirkulasi diperlukan untuk menghantarkan zat – zat hara dan oksigen, serta mengangkut hasil metabolisme ke luar daerah padang lamun. Menurut King *et al.* (1990) dalam Tomascik *et al.* (1997), pasang surut sangat penting bagi spesies lamun karena pasang surut merupakan alat bantu penyerbukan.

2.5.2 Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air. Cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mengalami penyerapan dan perubahan menjadi energi panas. Proses penyerapan ini berlangsung secara lebih intensif pada lapisan atas sehingga lapisan atas perairan memiliki suhu yang lebih tinggi (lebih panas) daripada lapisan bawah (Effendi, 2003).

Menurut Nontji (2002) suhu air permukaan di perairan Nusantara umumnya berkisar antara 28 – 31 °C. Suhu air di dekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi daripada yang di lepas pantai dan biota yang hidup di zona pasut mempunyai daya tahan yang besar terhadap perubahan suhu. Menurut Zieman (1975) dalam Supriharyono (2002) lamun yang hidup di daerah tropis umumnya tumbuh pada daerah dengan kisaran suhu air antara 20 – 30 °C, sedangkan suhu optimumnya adalah 28 – 30 °C. Dahuri *et al.* (2001) menambahkan bahwa proses fotosintesis akan menurun tajam bila temperatur perairan berada di luar kisaran tersebut.

2.5.3 Salinitas

Salinitas adalah berat zat padat terlarut dalam gram / kg air laut (Romimohtarto dan Juwana, 2001). Nilai salinitas pada perairan pesisir sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dan sungai (Effendi, 2003). Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai dan secara umum salinitas permukaan perairan Indonesia berkisar antara 32 – 34 ‰ (Nontji, 2002). Menurut Dahuri *et al.* (2001) walaupun spesies lamun mempunyai toleransi terhadap salinitas yang berbeda – beda namun sebagian memiliki kisaran yang lebar terhadap salinitas yaitu antara 10 – 40 ‰, sedangkan menurut Zieman (1975) dalam Supriharyono (2002) nilai optimum untuk pertumbuhan lamun yaitu 25 – 35 ‰. Dahuri *et al.* (2001) menambahkan bahwa penurunan salinitas akan menurunkan kemampuan fotosintesis spesies ekosistem padang lamun. Kemampuan lamun untuk beradaptasi pada salinitas rendah ini sering dimanfaatkan untuk mengetahui ada tidaknya limbah air tawar yang masuk ke perairan laut.

2.5.4 pH Perairan

Menurut Nybakken (1988) jumlah ion hidrogen dalam suatu larutan merupakan suatu tolok ukur keasaman. Lebih banyak ion H^+ berarti lebih asam suatu larutan dan lebih sedikit ion H^+ berarti lebih basa larutan tersebut. Semakin tinggi konsentrasi ion H^+ semakin rendah pH, sedangkan larutan yang bersifat basa banyak mengandung ion OH^- dan sedikit H^+ .

Kehadiran sifat basa yang kuat dari ion natrium, kalium dan kalsium dalam air laut cenderung mengubah air laut menjadi sedikit basa, biasanya bervariasi antara 7,5 – 8,4. Larutan yang bersifat asam (pH rendah) bersifat korosif. pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan dan toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Effendi, 2003).

2.5.5 pH sedimen

Menurut Sutanto (2005), makin tinggi konsentrasi ion H^+ , makin rendah $-\log[H^+]$ atau pH tanah dan makin asam reaksi tanah. Pada umumnya keasaman tanah dibedakan atas asam, netral dan basa. Ion H^+ dihasilkan oleh kelompok organik yang dibedakan atas : kelompok karboksi $R-COOH$ dan kelompok fenol $R-OH$, H_2CO_3 , hidrat Al^{3+} , oksidasi senyawa S atau penggunaan pupuk yang bereaksi asam (superphospat, amonium sulfat). Keasaman tanah di alam berkisar antara 3,5 dan 9,5. keasaman sangat kuat atau luar biasa ($pH < 4,5$) jarang terjadi, kecuali tanah gambut atau sulfat asam (tabel 1).

Tabel 1. Kalsifikasi pH Soil Survey Manual, USDA (1985) dalam Sutanto (2005).

Tanah	pH (H ₂ O)	Tanah	pH (H ₂ O)
Luar biasa asam	< 4,5	Netral	6,6 – 7,3
Asam sangat asam	4,5 – 5,0	Agak asam	7,4 – 7,8
Asam kuat	5,1 – 5,5	Basa sedang	7,9 – 8,4
Asam sedang	5,6 – 6,0	Basa kuat	8,5 – 9,0
Agak asam	6,1 – 6,5	Basa sangat kuat	>9,0

Selanjutnya Sutanto (2005) menjelaskan bahwa keasaman tanah disebabkan oleh ion H⁺ yang dihasilkan pada saat terjadi pelindian kation-kation dalam tanah. Keadaan pH tanah mineral dipengaruhi oleh kandungan kation dalam batuan induk. Faktor lain seperti iklim, perkembangan tanah dan lain-lain juga akan berpengaruh pada pH tanah. Ion H⁺ dapat berasal dari CO₂ yang dihasilkan melalui respirasi organisme tanah dan perakaran tanaman.



Di dalam larutan tanah, ion Hidrogen merupakan fungsi pH. Bila pH turun sampai dibawah 5,5, besi alumunium yang terlarut akan meningkat. Hal ini menyebabkan peningkatan fosfor sebagai besi fosfat dan alumunium fosfat. Persediaan fosfat yang terbaik adalah pada kisaran pH 6 dan 7. kalium fosfat mulai mengendap pada pH sekitar 6,0. Diatas pH 7,0 kecenderungan untuk pembentukan apatit akan mengurangi daya larut atau persediaan fosfor (Foth, 1994).

Udara tanah dapat mempunyai kandungan CO₂ yang cukup tinggi sehingga mampu menurunkan pH tanah yang mempunyai daya sanggah rendah dan akan menurunkan pH tanah antara 0,5 – 1 unit untuk tanah yang mempunyai daya sanggah tinggi, tetapi pernah di bawah pH 5,5 – 6,0 (Sutanto, 2005).

2.5.6 Substrat Dasar Lamun

Padang lamun hidup pada berbagai macam tipe sedimen, mulai dari lumpur sampai sedimen dasar yang terdiri dari 40 % endapan lumpur (Dahuri *et al.*, 2001). Menurut Kiswara (1992), tipe substrat lumpur cenderung mengakibatkan perairan menjadi keruh, dimana substrat lumpur sering berhubungan dengan hutan *mangrove* karena hutan *mangrove* memiliki sifat menjebak substrat, sedangkan tipe substrat pasir cenderung mengakibatkan perairan menjadi jernih.

Menurut Dahuri *et al.* (2001), kebutuhan substrat yang paling utama bagi pengembangan padang lamun adalah kedalaman sedimen yang cukup. Peranan kedalaman substrat dalam stabilitas sedimen mencakup 2 hal, yaitu sebagai pelindung tanaman dari arus air laut dan sebagai tempat pengolahan dan pemasok nutrisi.

2.6 Hasil –hasil Penelitian tentang Lamun

Saat ini penelitian mengenai kandungan logam berat pada lamun khususnya di Jawa Timur dapat dikatakan masih kurang, namun penelitian – penelitian yang berhubungan dengan kandungan logam berat pada lamun yang telah dilakukan di dunia dan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Kiswara pada tahun 1986 – 1989 di Teluk Jakarta dan di Belanda, kandungan logam Pb yang diperoleh untuk *Z. marina* yaitu akar = 30,09 (ppm bk); rimpang = 5,16 (ppm bk); daun = 11,75 (ppm bk), *Z. noltii*: ar = 30,55 (ppm bk); daun = 9,42 (ppm bk), *C. rotundata*: ar = 0,46 (ppm bk); sd = 0,23 (ppm bk); daun = 0,25 (ppm bk) dan *T. hemprichii*: ar = 0,75 (ppm bk) ; sd = 0,38 (ppm bk); daun = 0,25 (ppm bk). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kandungan logam Pb pada lamun yang berhabitat di daerah subtropis dan di daerah

tropis. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kandungan logam Pb pada lamun subtropis lebih tinggi dibanding dengan lamun tropis, hal ini dapat diakibatkan karena perbedaan kadar Pb dan perbedaan kualitas air di masing – masing perairan (Kiswara, 1994).

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di Belanda pada tahun 1986 - 1987, Kiswara juga memperoleh hasil yang sama yaitu kandungan logam Pb pada bagian akar *Z. marina* L. lebih tinggi dibanding pada bagian rimpang dengan nilai sebagai berikut: pada akar = 33,67 (ppm bk); rimpang = 5,16 (ppm bk); daun muda = 5,37 (ppm bk); daun tua = 11,75 (ppm bk); detritus = 23,77 (ppm bk) (Kiswara, 1994), begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Campanella dkk di Mediterranean pada tahun 1997 dimana kandungan Pb pada akar *P. oceanica* = 2,81 – 16,86 ($\mu\text{g/g}$ bk); ujung daun = 1,03 – 12,76 (ppm bk); daun = 0,70 – 10,00 (ppm bk); dasar daun = 0,30 – 4,36 (ppm bk) (Campanella *et al.*, 1999). Tingginya kandungan logam berat pada bagian akar dapat disebabkan karena akar memiliki permukaan yang lebih luas daripada rimpang, akar juga mempunyai rambut – rambut akar yang merupakan tempat paling aktif melakukan penyerapan nutrisi.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Kiswara dan Sudjoko (1993) di Teluk Jakarta, dengan hasil: ar = 0,98 (ppm bk); sd = 1,50 (ppm bk); hd = 1,83 (ppm bk) untuk *C. rotundata* dan ar = 1,40 (ppm bk); sd = 1,67 (ppm bk); hd = 1,26 (ppm bk) untuk *T. Hemprichii* (Kiswara dan Sudjoko, 1993) dan penelitian yang dilakukan oleh Satwika pada tahun 2004 dengan hasil sebagai berikut: ar = 1,29 – 1,91 (ppm bk); sd = 0,98 – 1,21 (ppm bk); hd = 0,73 – 1,00 (ppm bk) untuk *T. hemprichii* dan ar = 0,82 – 0,90 (ppm bk); sd = 0,42 – 0,78 (ppm bk); hd = 0,39 – 0,97 (ppm bk) untuk *E. Acoroides* (Satwika, 2004). Hasil tersebut menunjukkan ‘pola yang normal’ untuk sebaran kadar logam berat

dalam bagian daun (bagian atas tumbuhan) lebih tinggi daripada dalam bagian akar dan rimpang (bagian bawah tumbuhan), hal tersebut menunjukkan bahwa daun merupakan akumulator utama untuk logam berat dari suatu lingkungan perairan laut dangkal.

Tabel 2. Kandungan Logam Berat pada Lamun dari Beberapa Hasil Penelitian.

Lokasi	Jenis	Logam Berat (Pb)	Sumber
Teluk Jakarta	<i>C. rotundata</i> <i>T. hemprichii</i>	ar = 0,98; sd = 1,50; hd = 1,83 (ppm bk) ar = 1,40; sd = 1,67; hd = 1,26 (ppm bk)	Kiswara dan Sudjoko, 1993
Pulau Pari	<i>T. hemprichii</i> <i>E. acoroides</i>	ar = 1,29 – 1,91; sd = 0,98 – 1,21; hd = 0,73 – 1,00 (ppm bk) ar = 0,82 – 0,90; sd = 0,42 – 0,78; hd = 0,39 – 0,97 (ppm bk) air = 0,002 – 0,003 ppm sedimen = 0,192 – 0,212 ppm	Satwika, 2004
Belanda Teluk Jakarta	<i>Z. marina</i> <i>Z. noltii</i> <i>C. rotundata</i> <i>T. hemprichii</i>	Akar = 30,09; rimpang = 5,16; daun = 11,75 (ppm bk) ar = 30,55; daun = 9,42 (ppm bk) ar = 0,46; sd = 0,23; daun = 0,25 (ppm bk) ar = 0,75; sd = 0,38; daun = 0,25 (ppm bk)	Kiswara, 1994
Belanda	<i>Z. marina</i> L	Akar = 33,67; rimpang = 5,16; daun muda = 5,37; daun tua = 11,75; detritus = 23,77 (ppm bk)	Kiswara, 1990
Mediterranean	<i>P. oceanica</i>	Akar = 2,81 – 16,86; ujung daun = 1,03 – 12,76; daun = 0,70 – 10,00; dasar daun = 0,30 – 4,36 (µg/g bk) Air = 1,61 – 3,00 µg/l	Campanella <i>et all</i> , 1999

Keterangan : ar : akar rimpang
sd : seludang daun
hd : helaian daun
ppm bk : ppm berat kering

III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam Penelitian ini adalah lamun jenis *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, dan *Cymodocea rotundata*, sedimen dan air. Parameter fisika-kimia yang diukur : pasang surut, substrat dasar, pH sedimen, pH perairan, salinitas, suhu dan kesadahan. Sedangkan alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 1.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Menurut Sevilla, et al (2006), metode deskriptif dirancang untuk mengumpulkan informasi tentang keadaan-keadaan nyata sekarang (sementara berlangsung). Gay (1976) dalam Sevilla (2006), mendefinisikan metode penelitian deskriptif sebagai kegiatan yang meliputi pengumpulan data dalam rangka menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan yang menyangkut keadaan pada waktu yang sedang berjalan dari pokok suatu penelitian. Penelitian deskriptif menentukan dan melaporkan keadaan sekarang.

Pelaksanaan metode-metode deskriptif tidak terbatas hanya pada pengumpulan dan penyusunan data, tetapi meliputi analisa dan interpretasi tentang arti data itu. Karena itulah maka terjadi sebuah penelitian deskriptif membandingkan persamaan dan perbedaan fenomena tertentu, lalu mengambil bentuk studi komperatif; atau mengukur sesuatu dimensi seperti dalam berbagai bentuk studi kuantitatif, test, angket, interview (Surachmad, 1975).

3.2.1 Metode pengambilan data

Dalam pelaksanaan Penelitian ini data yang diambil meliputi :

1. Data primer, yaitu spesies lamun, sedimen dan parameter fisika-kimia yang meliputi pasang surut, substrat dasar, pH sedimen, pH perairan, salinitas, suhu dan kesadahan
2. Data sekunder, adalah data yang diperoleh dari sumber tidak langsung yaitu dari kecamatan berupa data monografi lokasi Penelitian dan data pasang surut tahun 2006 dari Dinas Hidro-Oseanografi TNI AL Propinsi Jawa Timur.

3.3 Metode Pengambilan Sampel dan Penetapan Stasiun Pengamatan

3.3.1 Penetapan Stasiun Pengamatan.

Adapun stasiun yang diambil pada Penelitian ini dibagi menjadi 3 stasiun (lampiran 2), yaitu :

Stasiun I : Dekat pemukiman

Stasiun II : Dekat pelabuhan kecil (tempat bersandar kapal)

Stasiun III : Dekat sungai (pertemuan air sungai dengan air laut)

3.3.2 Pengambilan Sampel

3.3.2.1 Pengambilan Sampel Lamun

Pengambilan sampel lamun berdasarkan pada modifikasi dari Niewenhuize (1985) dalam Kiswara (1994) dengan prosedur sebagai berikut : sampel lamun pada masing-masing stasiun diambil 3 transek pengambilan secara acak dengan luasan bingkai 50 x 50 cm. Pengambilan sampel dilakukan 1 kali dan setiap stasiun dibagi menjadi 3 titik pengamatan. Stasiun 1 mewakili daerah dekat pemukiman. Stasiun 2 mewakili daerah dekat pelabuhan kecil (tempat bersandar kapal). Sedangkan stasiun 3 mewakili daerah dekat sungai (pertemuan air sungai dengan air laut).

Dari luasan bingkai tersebut diambil ± 3 pohon/tunas sebagai sampel lamun secara acak, sampel kemudian dicuci dengan air laut sampai bersih untuk menghilangkan sisa pasir, lumpur dan biota penempel pada tanaman lamun. Sampel lalu dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label.

3.3.2.2 Pengambilan Sampel Air Laut

Metode pengambilan sampel air laut didasarkan pada Hutagalung (1997) dengan prosedur sebagai berikut : sampel air laut diambil sesuai kebutuhan dengan menggunakan botol plastik/aqua 500 ml untuk dianalisis. Titik pengambilan sampel air laut sama dengan titik pengambilan lamun. Frekuensi pengambilan sampel air laut dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan sampel lamun. Botol yang sudah berisi sampel air laut ditutup rapat dan diberi kertas label, lalu dimasukkan ke dalam *ice box* yang sudah diberi es batu agar awet. Ketika dilakukan pengambilan sampel air laut dilakukan juga pengukuran kedalaman, suhu air dengan menggunakan termometer, pengukuran salinitas dengan *hand refraktometer*.

3.3.2.3 Pengambilan Sampel Sedimen

Metode pengambilan sampel sedimen berdasarkan pada Hutagalung (1997) dengan prosedur sebagai berikut : sedimen diambil sedalam 15 cm dengan menggunakan cetok/kayu lalu dimasukkan dalam plastik ukuran 1 kg dan diambil ± 100 gr, kemudian ditutup rapat dan diberi label, selanjutnya dimasukkan ke dalam *ice box* yang sudah diberi es batu. Pengambilan sampel dilakukan 1 kali. Titik pengambilan sampel sedimen sama dengan titik pengambilan air laut dan lamun. Frekuensi pengambilan sampel sedimen dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan sampel lamun.

3.4 Metode Analisis Logam Berat Pb

Analisis logam berat Pb pada sampel padat (sedimen dan lamun) dan sampel cair dilakukan berdasarkan modifikasi menurut Departemen Pekerjaan Umum (1990). Sebelum dianalisis sampel lamun, bagian akar rimpang, seludang daun dan helaian daun dipisahkan terlebih dahulu.

3.4.1 Analisis Kandungan logam berat Pb pada Lamun dan Sedimen (Departemen Pekerjaan Umum, 1990)

- Menimbang ± 15 gr masing – masing sampel padat (lamun dan sedimen) dengan timbangan sartorius untuk mendapatkan berat basah.
- Memasukkannya ke dalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 3 – 5 jam sampai mendapatkan berat konstan.
- Menimbang berat konstan dengan timbangan sartorius dan dijadikan berat kering.
- Memasukkan sampel yang sudah dioven ke dalam *beaker glass* 100 ml ditambahkan HNO_3 dengan perbandingan 1 : 1 (HNO_3 : HCL) sebanyak $\pm 10 - 15$ ml. Selanjutnya dipanaskan diatas *hot plate* di dalam kamar asam sampai menjadi ± 3 ml kemudian disaring dengan kertas saring ke dalam labu ukur 50 ml.
- Mengulangi lagi proses penyaringan sampai tanda batas pada labu ukur dengan terlebih dahulu menambahkan 15 ml aquades ke dalam *beaker glass* tempat sampel. Kemudian dianalisis dengan mesin AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) pada panjang gelombang 283,3 nm.

- Menyiapkan juga larutan standar dari larutan Pb (timbangan) dengan konsentrasi 0; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 2; 4 mg/l yang selanjutnya dianalisis dengan mesin AAS dan dicatat nilai absorbansinya kemudian dibuat kurva kalibrasinya. Larutan standar ini berfungsi untuk membantu nilai konsentrasi Pb (timbangan) pada sampel, karena prinsip kerja mesin (AAS) hanya menentukan nilai absorbansi dari sampel.

3.4.2 Analisis Sampel Cair (Air Laut)

- Memasukkan sampel cair ke dalam *beaker glass* 50 ml, ditambahkan HNO₃ encer 2,5 N sebanyak $\pm 10 - 15$ ml, lalu dipanaskan sampai mendidih, lalu didinginkan.
- Menyaring dan dimasukkan ke dalam labu 50 ml, ditambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok sampai homogen.
- Menganalisis dengan mesin AAS dengan panjang gelombang 238,3 nm dan dicatat absorbansinya.

3.5 Prosedur Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

3.5.1 Pasang Surut Perairan

Pengambilan data pasang surut diperoleh dengan cara sekunder, yaitu dengan pengambilan data dari instansi terkait (Dinas Hidro-Oceanografi TNI-AL, 2007) data wilayah pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

3.5.2 pH Perairan

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Di lingkungan laut

pH relatif lebih stabil dan biasanya berada dalam kisaran antara 7,5-8,4 (Nybakken, 1988). Derajat keasaman berkaitan dengan CO₂ yang berasal dari proses respirasi.

Cara pengukurannya sebagai berikut :

- Menyiapkan pH paper.
- Memasukkan pH paper kedalam sample air.
- Mengibaskan sampai setengah kering.
- Membaca hasil yang tertera pada kotak standart pH paper.

3.5.3 pH Sedimen (Fakultas Perikanan universitas Brawijaya, 2003)

- Menimbang 5 gram tanah kering udara (ukuran butir 2mm).
- Memasukan kedalam botol plastik
- Menambahkan 5 ml aquades (untuk penetapan pH H₂O) atau 5 ml KCl 1N (untuk penetapan pH KCl).
- Mengocok dengan mesin pengocok listrik selama 5 menit, sementara itu dihidupkan pH meter.
- Membiarkan selama 30 menit.
- Mengukur/ menetapkan pH suspensi dengan menggunakan pH meter.

3.5.4 Substrat dasar (Fakultas Perikanan universitas Brawijaya, 2006)

Pengambilan substrat dasar di pesisir desa Banjarwati dengan menggunakan ring sampel dengan tinggi 6 cm dan diameter 5 cm, diberi tanda (label) dan di bawa ke Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Menurut Mulyawan, (2004) prosedur analisis substrat sebagai berikut:

- Menimbang sampel tanah kering udara 20 gr masukan ke dalam labu erlenmeyer 500 ml dan tambahkan 50 ml air suling
- Menambahkan 10 ml H₂O₂, ditunggu sampai bereaksi, ditambahkan sekali lagi 10 ml H₂O₂ bila reaksi sudah berkurang. Jika sudah tidak terjadi reaksi yang kuat lagi, labu diletakan di atas hot plate dan suhunya dinaikkan perlahan-lahan sambil menambah H₂O₂ tiap 10 menit. Diteruskan sampai mendidih dan tidak ada reaksi yang kuat lagi
- Menambahkan 50 ml HCl 2M dan air sehingga volumenya 250 ml dan dicuci dengan air suling
- Membiarkan semalam, sesudah ditambahkan 20 ml kalgon 5%
- Menuangkan ke dalam tabung dispersi seluruhnya dan ditambahkan air suling sampai volume tertentu dan dikocok dengan pengaduk elektrik selama 5 menit
- Menempatkan ayakan 0,05 mm dan corong di atas labu ukur 1000 ml dan dipindahkan semua tanah di atas ayakan dan cuci dengan cara disemprot air suling sampai bersih
- Memindahkan pasir bersih yang tidak lolos ayakan ke dalam kaleng, ditimbang dengan air dan dikeringkan di atas hot plate
- Menambahkan air suling ke dalam larutan tanah yang ditampung dalam gelas ukur 1000 ml, sampai tanda batas 1000 ml. Gelas ukur diletakkan di bawah alat pemipet
- Membuat larutan blanko dengan prosedur a s/d h tetapi tanpa sampel tanah
- Mengaduk larutan (dalam gelas ukur 1000 ml) dengan pengaduk kayu (arah ke atas dan ke bawah) dan segera ambil larutan dengan cara dipipet sebanyak

20 ml pada ketinggian 10 cm dari gelas ukur 1000 ml. Masukkan sampel ini kedalam kaleng timbang

- Mengeringkan sampel larutan tanah dengan meletakkan kaleng di atas hot plate atau dalam oven dan ditimbang.
- Melakukan pengambilan sampel kedua setelah jangka waktu tertentu, pada ketinggian tertentu yang tergantung dari ukuran diameter partikel yang akan diambil serta suhu dari suatu larutan
- Menentukan sebaran ukuran pasir dengan ayak pasir hasil saringan yang sudah dikeringkan di atas satu set ayakan yang terdiri atas beberapa ukuran lubang dengan bantuan pengaduk elektrik. Kemudian ditimbang masing-masing kelas ukuran partikel.

Perhitungan:

- Partikel liat
 - Massa liat = $50 \times (\text{massa pipet ke-2} - \text{massa blanko pipet ke-2})$
 - Partikel debu
 - Massa debu = $50 \times (\text{massa pipet ke-2} - \text{massa pipet ke-2})$
 - Partikel pasir
- Langsung diketahui bobot masing-masing dari hasil ayakan

Prosentase masing-masing bagian dihitung berdasarkan massa tanah (massa liat + massa debu + massa pasir). Setelah masing-masing fraksi partikel diketahui prosentasenya maka kelas tekstur tanah yang bersangkutan dapat diketahui dengan menggunakan bantuan gambar segitiga tekstur.

3.5.5 Salinitas (Fakultas Perikanan universitas Brawijaya, 2003)

- Meneteskan air pada prisma refraktometer
- Menutup prisma refraktometer
- Membaca skala pada refraktometer

3.5.6 Suhu (Fakultas Perikanan universitas Brawijaya, 2003)

- Memasukkan termometer bagian ujungnya kedalam perairan
- Membiarkan selama 2 - 5 menit sampai skala suhu pada thermometer menunjukkan skala yang stabil.
- Membaca skala thermometer langsung dibaca didalam air

3.5.7 Kesadahan (Lind, 1979)

- Menambahkan 25 ml air sampel ke dalam 50 ml air destilat ke dalam labu titrasi.
- Menambahkan 1-2 ml larutan buffer untuk membuat pH menjadi 10,0 atau 10,1.
- Menambahkan kira-kira 0,1 gr bubuk indikator (hanya sedikit di ujung sendok atau spatula).
- Mentitrasi dengan larutan EDTA sampai permukaannya putih atau putih terang. Diaduk secara kontinyu sampai warna merah tidak tampak. Dan dicatat volume titrasinya.

Kesadahan (mg CaCO_3 per liter) = $\frac{A \times N \times BE \times 1000}{\text{ml sampel}}$

dimana : A= ml titrasi

N= Normalitas EDTA ; Be : Berat Ekuivalent

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kabupaten Lamongan

Peta Kabupaten Lamongan (lampiran 3) merupakan wilayah yang terletak di pantai Utara Pulau Jawa yang letaknya secara geografis berada pada antara 6°51'54'' - 7°23'06'' LS dan 112°33'45'' - 112°33'45'' BT dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Timur : Kabupaten Gresik
- Sebelah Selatan : Kabupaten Mojokerto dan Jombang
- Sebelah Barat : Kabupaten Tuban dan Bojonegoro

Kabupaten Lamongan pada umumnya beriklim tropis dengan tipe iklim C, curah hujan rata-rata 3.916,5 mm/th. Wilayah Kabupaten Lamongan dibelah menjadi 2 bagian oleh Sungai Bengawan Solo yang panjangnya tidak kurang dari 65 km. Setengah lebih atau 50,7 % luas wilayah merupakan dataran rendah dengan ketinggian antara 0-25 m diatas permukaan laut. Selebihnya 45,68 % berketinggian diatas 100 m diatas permukaan laut. Berdasarkan kesamaan jenisnya, daratan Kabupaten Lamongan dapat dibedakan menjadi 3 karakteristik:

- Daratan bagian Tengah Selatan, terdiri dari dataran rendah relatif subur.
- Daratan bagian Tengah Utara, terdiri dari daerah rawan banjir.
- Daratan bagian Utara dan Selatan, terdiri dari pegunungan kapur, berbatu dengan kesuburan sedang sampai kurang.

4.2 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.2.1 Keadaan Umum Desa Banjarwati

Desa Banjarwati merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur dengan luas wilayah sekitar 326.297 ha. Desa Banjarwati terletak sekitar 30 kilometer dari kota Lamongan dengan batas-batas sebagai berikut; sebelah Utara: Laut Jawa, sebelah Selatan: Desa Drajad, sebelah Timur: Desa Kemantren, sebelah Barat: Desa Kranji. Ketinggian tanah Desa Banjarwati ini hanya berada 2 m dari permukaan laut dengan suhu rata – rata 25 °C dan curah hujan sebesar 3.550 mm / th.

Jarak Desa dari pusat pemerintahan Desa / Kelurahan yaitu 5 km dari Kecamatan, 36 km dari Ibukota Kabupaten / Daerah Tingkat II, 67 km dari Ibukota Kabupaten Propinsi Dati I. Peruntukan pertanahan di Desa Banjarwati antara lain untuk jalan (15 km), sawah dan ladang (5 Ha), bangunan umum, pemukiman / perumahan seluas 192.142 ha dan pekuburan seluas 4,5 ha.

Jumlah penduduk menurut jenis kelamin yaitu 2.203 orang laki – laki dan 2.227 orang perempuan dengan jumlah kepala keluarga sebanyak 975 KK dan seluruh penduduk desa (4.430 orang) menganut agama Islam. Aktifitas pelayaran yang cukup padat dengan terlihatnya jumlah perahu dan kapal yang cukup banyak. Selain itu terdapat satu sungai yang bermuara di perairan Desa Banjarwati yaitu Sungai Bronsono.

Pesisir Banjarwati merupakan pesisir laut Utara Jawa, gelombang dan arus laut yang tidak terlalu tinggi seperti laut Selatan Jawa. Merupakan dataran rendah yang di kelilingi gunung kapur. Memiliki pantai yang landai, sebagian besar pantai pasir berbatu. Terdapat tubir yang merupakan batas dari laut dalam dan laut dangkal, bentukan dari sisa terumbu karang yang rusak.

4.2.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan

- **Stasiun 1**

Stasiun 1 merupakan daerah dekat pemukiman serta hatchery udang yang terletak menghadap langsung ke laut. Dalam penelitian ini stasiun ini diambil berdasarkan *land use* yang terdapat di pesisir tersebut yang menimbulkan dampak langsung terhadap daur hara di daerah tersebut. Stasiun ini dipilih karena limbah dari hatchery maupun limbah domestik rumah tangga masyarakat langsung dibuang ke laut seperti kotoran manusia, deterjen, plastik, karet dan sisa pakan dari hatchery, sehingga berdampak langsung ke perairan. Di daerah ini memiliki ketinggian dataran yang cukup tinggi dan luas. Sehingga jika terjadi surut maka dasar perairan akan surut terendah dibanding stasiun yang lain. Substrat yang dominan adalah batu dan kerikil dari sisa terumbu karang yang mati.



Ket:
→ : Arah Transek

Gambar 2. Keadaan Dan Situasi Stasiun Pengamatan 1.
(Daerah Dekat Pemukiman dan Hatchery Udang)

- **Stasiun 2**

Stasiun 2 merupakan pelabuhan kecil tempat bertambatnya kapal nelayan, terdapat juga aktifitas masyarakat seperti pada stasiun 1. Di pelabuhan kecil ini terdapat aktifitas serta perbaikan kapal, tempat bertambat yang menimbulkan limbah berupa minyak, bahan bakar, limbah panas dari radiator kapal, jangkar kapal yang dapat mencabut dari lamun itu sendiri. Limbah domestik dari kegiatan masyarakat juga masuk ke perairan secara langsung. Substrat di stasiun ini berlumpur dan terdapat campuran minyak pelumas yang terakumulasi di dasarnya, sangat mencolok di pinggir pesisir. Sedangkan di tengah sampai tubir substrat lebih cenderung berbatu dan kerikil sisa terumbu karang yang telah mati.



Ket
→ : Arah Transek

Gambar 3. Keadaan Dan Situasi Stasiun Pengamatan 2.
(Daerah Pelabuhan Kecil dan Pemukiman)

- **Stasiun 3**

Stasiun 3 merupakan daerah docking kapal, terdapat pertemuan air sungai dan pemukiman penduduk. Daerah ini terdapat beberapa aktifitas yang dapat menimbulkan dampak yang berpengaruh terhadap unsur hara yang tersedia di daerah tersebut. Aktifitas docking kapal di daerah ini untuk perbaikan kapal, sehingga limbah yang ditimbulkan dari aktifitas tersebut lebih banyak seperti minyak, bahan bakar, limbah panas dan kekeruhan yang tinggi karena mobilitas yang tinggi pula dari kapal. Pertemuan air sungai mempengaruhi juga karena masukan tersebut juga membawa bahan-bahan anorganik maupun organik yang mempengaruhi sediaan hara, karena pemukiman di daratan membuang langsung limbah domestik mereka langsung ke sungai dan terbawa ke pesisir. Substrat di pinggir pesisir didominasi oleh lumpur sedangkan di tengah sampai tubir batu dan kerikil serta sisa terumbu karang yang mati. Di stasiun ini bentuk tubir membentuk suatu lengkungan yang membendung air ke laut.



Ket:
→ : Arah Transek

Gambar 4. Keadaan Dan Situasi Stasiun Pengamatan 3.
(Daerah Docking Kapal, Terdapat Sungai dan Pemukiman)

4.3 Faktor Fisika dan Kimia Lingkungan Perairan dan Sedimen

Hasil pengukuran faktor fisika dan kimia lingkungan perairan dan sedimen dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sifat Fisika dan Kimia Lingkungan Perairan dan Sedimen

Lingkungan	Sifat fisika dan kimia	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
Perairan	Lebar pasut	0.2-1.8 m			0.2-1.8 m			0.2-1.8 m		
	Salinitas (‰)	32	32	32	32	32	33	33	33	33
	Suhu °C	25	25	25	27	28	28	28	28	28
	Kesadahan (ppm)	1585			1205			1410		
	pH	8,1			8,3			8		
Sedimen	Tekstur	pasir			pasir			pasir		
	pH sedimen	7,4	7,5	7,6	7,5	7,6	7,6	7,6	7,7	7,6

4.4 Logam Berat Timbal (Pb)

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 2003, baku mutu Pb air laut untuk biota laut yaitu 0,008 mg/l. Analisis kandungan logam berat baik sampel padat maupun cair dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang, dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*).

4.4.1 Kandungan Pb pada Lamun

Berdasarkan sebaran lamun yang ada di pesisir desa Banjarwati dilakukan penelitian kandungan logam berat Pb pada 3 jenis lamun yang ditemukan di daerah tersebut yaitu lamun jenis *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata*. Menurut Raymond (2007), Berdasarkan hasil pengamatan pada pesisir Banjarwati, nilai kerapatan jenis lamun terendah diwakili oleh spesies *Enhalus acoroides* yaitu sebesar 132 ind/m² dan nilai tertinggi diwakili oleh spesies *Thalassia hemprichii* yaitu sebesar 224 ind/m².

a. *Enhalus acorodies*

Secara keseluruhan *Enhalus acorodies* yang ditemukan di pesisir Desa Banjarwati paling banyak ditemukan di stasiun 3. Kandungan Pb pada lamun *Enhalus acorodies* di ketiga stasiun disajikan pada Tabel. 4. berikut:

Tabel 4. Kandungan Pb pada *Enhalus acorodies* pada Stasiun 1, 2 dan 3 di Pesisir Desa Banjarwati

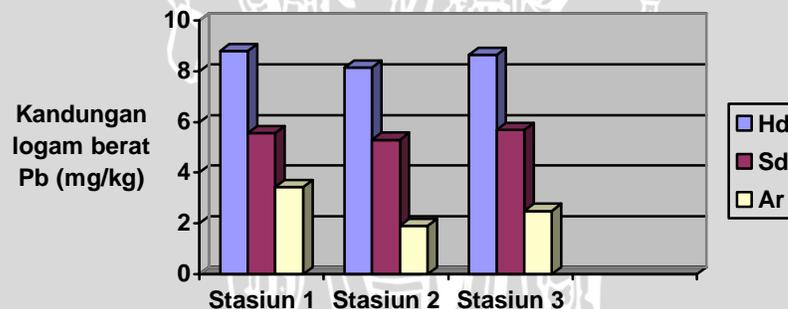
Transek	Kandungan Pb (mg/kg)								
	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
	Hd	Sd	Ar	Hd	Sd	Ar	Hd	Sd	Ar
1	8,89	5,91	3,35	8,26	5,55	2,18	8,65	5,73	2,60
2	8,73	5,82	3,52	8,03	4,99	1,68	8,74	5,82	2,35
3	-	-	-	8,19	5,36	1,85	8,57	5,55	2,52
Rata-rata	8,81	5,86	3,43	8,16	5,3	1,90	8,65	5,7	2,49
Rerata	6,03			5,12			5,61		

Keterangan tabel :

Hd : helaian daun

Sd : seludang daun

Ar : akar rimpang.



Gambar 5. Grafik Kandungan Logam Berat Pb rata – rata pada Lamun Jenis *Enhalus acoroides*.

Hasil analisis logam Pb pada lamun *Enhalus acorodies* di pesisir Desa Banjarwati pada umumnya diperoleh rata-rata kandungan Pb tertinggi terletak pada helaian daun yaitu sebesar 8,81 mg/kg (stasiun 1). Hal ini disebabkan karena pada stasiun 1 terdapat banyak buangan limbah yang berasal dari limbah domestik yang terserap oleh lamun yang berada di stasiun tersebut. Mekanisme Pb dari asap masuk ke

perairan dalam bentuk organik kemudian pecah menjadi bahan anorganik yang diserap oleh lamun melalui akarnya kemudian disuplai ke seludang daun dan helaian daun. Selain itu juga, karena daun mempunyai stomata dan zat *pectine*, sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat selain didapat dari penyuplaian oleh akar ke daun (Kiswara, 1990).

Nilai rata-rata kandungan Pb terendah yaitu pada bagian akar rimpang yaitu sebesar 1,90 mg/kg (stasiun 2). Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Kiswara dan Sudjoko (1993) di Teluk Jakarta, Kiswara (1994) di Teluk Jakarta serta Satwika (2004), kandungan logam berat tertinggi terdapat pada bagian daun. Hasil tersebut menunjukkan 'pola yang normal' untuk sebaran kadar logam berat dalam bagian daun (bagian atas tumbuhan) lebih tinggi daripada dalam bagian akar dan rimpang (bagian bawah tumbuhan). Daun merupakan akumulator utama untuk logam berat dari suatu lingkungan perairan laut dangkal. Tingginya kandungan Pb pada helaian daun tersebut disebabkan daun memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dalam suatu perairan.

Menurut Lyngby dan Brix (1984) dalam Malea (1994), lamun mempunyai kemampuan yang besar dalam mengakumulasi logam berat melalui daunnya. Lebih lanjut menurut Kiswara (1990), *pectine* dalam dinding sel lamun memainkan peranan penting dalam penyerapan ion. Kadar *pectine* dalam daun meningkat sesuai dengan pertambahan umur daun, sehingga kandungan logam berat pada daun tua akan lebih besar daripada di daun muda.

b. *Thalassia hemprichii*

Secara keseluruhan *Thalassia hemprichii* yang ditemukan di pesisir Desa Banjarwati paling banyak terdapat di stasiun 1. Kandungan Pb pada lamun *Thalassia hemprichii* di ketiga stasiun disajikan pada Tabel. 5. berikut:

Tabel 5. Kandungan Pb pada *Thalassia hemprichii* pada Stasiun 1, 2 dan 3 di Pesisir Desa Banjarwati

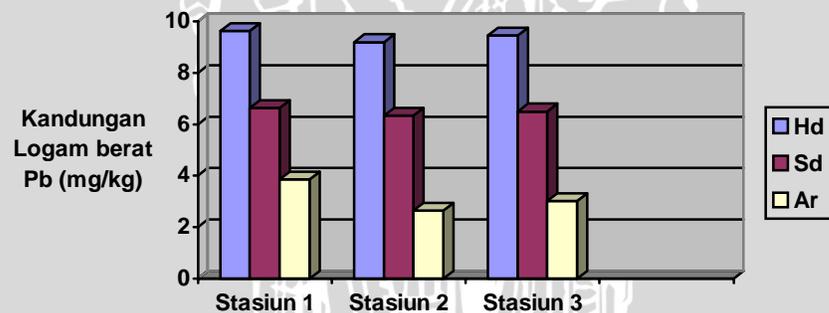
Transek	Kandungan Pb (mg/kg)								
	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
	Hd	Sd	Ar	Hd	Sd	Ar	Hd	Sd	Ar
1	9,67	6,64	3,85	-	-	-	9,50	6,46	2,94
2	9,75	6,74	3,94	9,29	6,38	2,68	-	-	-
3	9,50	6,56	3,77	9,11	6,28	2,60	9,45	6,55	3,10
Rata-rata	9,64	6,64	3,85	9,2	6,33	2,64	9,47	6,50	3,02
Rerata	6,71			6,05			6,33		

Keterangan tabel :

Hd : helaian daun

Sd : seludang daun

Ar : akar rimpang.



Gambar 6. Grafik Kandungan Logam Berat Pb rata – rata pada Lamun Jenis *Thalassia hemprichii*.

Hasil analisis logam Pb pada lamun *Thalassia hemprichii* di pesisir Desa Banjarwati pada umumnya diperoleh rata-rata kandungan Pb tertinggi terletak pada helaian daun yaitu sebesar 9,64 mg/kg (stasiun 1). Nilai rata-rata kandungan Pb terendah yaitu pada bagian akar rimpang yaitu sebesar 2,64 mg/kg (stasiun 2).

c. *Cymodocea rotundata*

Secara keseluruhan *Cymodocea rotundata* yang ditemukan di pesisir Desa Banjarwati cukup banyak daripada jenis yang lain. Kandungan Pb pada lamun *Cymodocea rotundata* di ketiga stasiun disajikan pada Tabel. 6. berikut:

Tabel 6. Kandungan Pb pada *Cymodocea rotundata* pada Stasiun 1, 2 dan 3 di Pesisir Desa Banjarwati

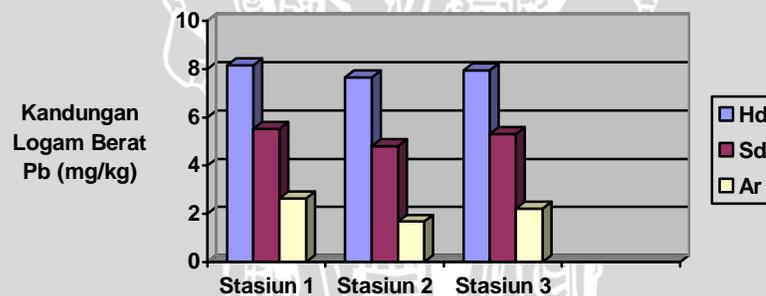
Transek	Kandungan Pb (mg/kg)								
	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
	Hd	Sd	Ar	Hd	Sd	Ar	Hd	Sd	Ar
1	8,19	5,55	2,60	-	-	-	8,02	5,27	2,18
2	8,27	5,63	2,69	7,73	4,71	1,76	-	-	-
3	8,02	5,36	2,60	7,57	4,91	1,59	7,88	5,36	2,27
Rata-rata	8,16	5,51	2,63	7,65	4,81	1,67	7,95	5,31	2,22
Rerata	5,43			4,71			5,16		

Keterangan tabel :

Hd : helaian daun

Sd : seludang daun

Ar : akar rimpang.



Gambar 7. Grafik Kandungan Logam Berat Pb rata – rata pada Lamun Jenis *Cymodocea rotundata*.

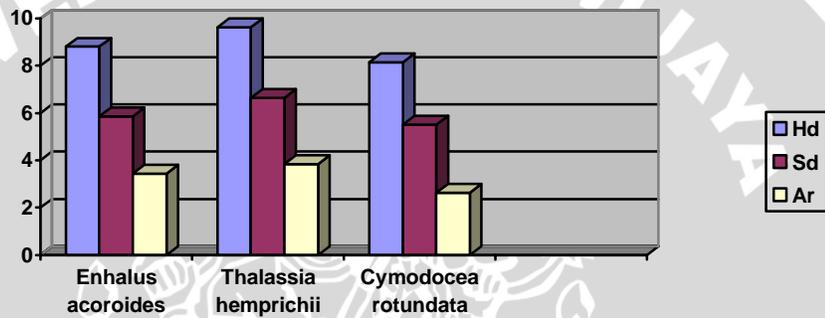
Hasil analisis logam Pb pada lamun *Cymodocea rotundata* di pesisir Desa Banjarwati pada umumnya diperoleh rata-rata kandungan Pb tertinggi terletak pada helaian daun yaitu sebesar 8,16 mg/kg (stasiun 1). Hasil analisis logam Pb pada lamun *Cymodocea rotundata* di pesisir Desa Banjarwati pada umumnya diperoleh rata-rata kandungan Pb terendah terletak pada akar rimpang yaitu sebesar 1,67mg/kg (stasiun 2).

Kandungan Pb pada lamun setiap Stasiun 1, 2, dan 3 secara keseluruhan ditemukan kandungan Pb tertinggi pada stasiun 1 (*Enhalus acorodies*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata*) yaitu dengan rerata kandungan Pb sebesar 6,03 ; 6,71 dan 5,43 mg/kg. Hal ini disebabkan karena pada stasiun 1 banyak masukan limbah – limbah yang dibuang ke laut seperti limbah domestik dan komunitas lamun di stasiun 1 lebih banyak jumlahnya dibandingkan dengan stasiun yang lainnya sehingga lebih banyak logam berat Pb yang terserap oleh lamun di stasiun 1.

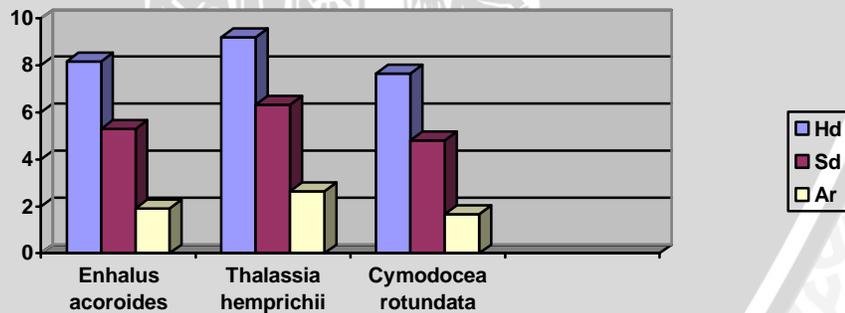
Kandungan Pb pada lamun terendah secara keseluruhan ditemukan di stasiun 2 (*Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata*) yaitu dengan rerata kandungan Pb sebesar 5,12; 6,05 dan 4,71 mg/kg, hal ini disebabkan karena lokasi stasiun ini jumlah komunitas lamunnya lebih sedikit dibandingkan dengan stasiun 1 dan 3 yang menyebabkan logam berat yang terserap oleh lamun tidak sebanyak pada stasiun 1 dan 3. sehingga logam berat pb pada stasiun 2 cenderung mengendap dalam sedimen. Menurut Raymond (2007), Kepadatan spesies lamun terendah sebesar 132 ind/m² diwakili oleh spesies lamun *Enhalus acoroides*. Kepadatan spesies lamun tertinggi sebesar 224 ind/m² yang diwakili oleh jenis lamun *Thalassia hemprichii*.

Kandungan Pb pada lamun setiap Stasiun 1, 2, dan 3 secara keseluruhan ditemukan kandungan Pb tertinggi pada bagian helaian daun (Hd) (*Enhalus acorodies*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata*) yaitu dengan rata – rata kandungan Pb sebesar 8,81 ; 9,64 dan 8,16 mg/kg. Hal ini disebabkan karena pada bagian helaian daun mempunyai stomata dan zat *pectine*, sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat selain didapat dari penyuplaian oleh akar ke daun. Menurut Kiswara dan Sudjoko (1993), daun merupakan akumulator utama untuk logam berat dari suatu lingkungan perairan laut dangkal.

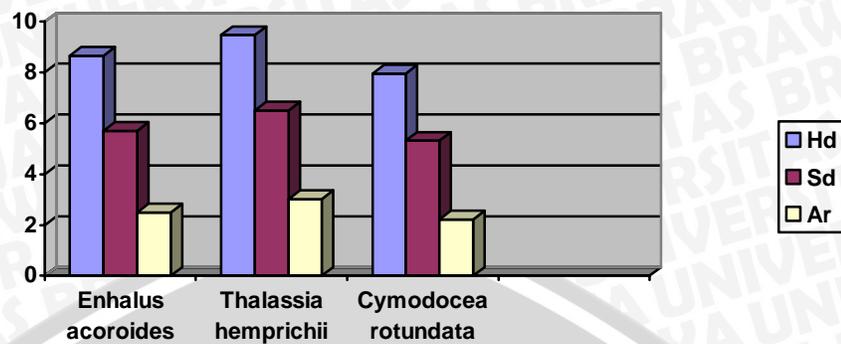
Kandungan Pb pada lamun terendah secara keseluruhan ditemukan pada bagian akar rimpang (Ar) (*Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata*) yaitu dengan rata – rata kandungan Pb sebesar 1,90; 2,64 dan 1,67 mg/kg, hal ini disebabkan karena logam berat yang terserap oleh akar rimpang diedarkan ke seluruh bagian dari tumbuhan lamun tersebut. Sehingga kadar logam berat Pb pada akar rimpang menjadi rendah bila dibandingkan dengan bagian tumbuhan lamun itu sendiri (dapat dilihat pada grafik di bawah ini).



Grafik 8. Kandungan Logam Berat Pb Rata – Rata Lamun Pada Stasiun 1



Grafik 9. Kandungan Logam Berat Pb Rata – Rata Lamun Pada Stasiun 2



Grafik 10. Kandungan Logam Berat Pb Rata – Rata Lamun Pada Stasiun 3

Perbedaan kandungan logam berat dalam bagian tubuh lamun disebabkan oleh perbedaan sel bagian tumbuhan, perbedaan kemampuan dalam penyerapan, karakteristik logam berat dalam tubuh dan perbedaan lingkungan perairan (Kiswara, 1990). Akumulasi dapat terjadi karena logam berat dalam tubuh biota cenderung membentuk senyawa kompleks dengan zat – zat organik yang terdapat dalam tubuh, sehingga terfiksasi dan tidak diekskresikan oleh biota tersebut (Hutagalung, 1991).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam berat yang terdapat pada tubuh tanaman lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar logam berat yang terdapat dalam lingkungannya. Hal ini disebabkan, karena adanya akumulasi logam berat dalam perairan. Walaupun kadar logam berat yang terdapat dalam tubuh lamun jauh lebih besar dari lingkungannya, namun lamun masih dapat tetap hidup karena setiap organisme mempunyai nilai toleransi yang berbeda-beda terhadap logam berat dalam tubuhnya (Palar, 1994).

Menurut Fitter (1991), ada 4 mekanisme utama suatu tumbuhan dapat resisten terhadap toksisitas, yaitu:

- a. Penghindaran (avoidance) fenologis. Apabila stress yang terjadi pada tanaman bersifat musiman, tanaman dapat menyesuaikan siklus hidupnya sehingga dapat tumbuh pada musim apa saja.
- b. Eksklusi. Tanaman dapat mengenal ion toksik dan mencegah agar tidak terambil sehingga tidak mengalami toksisitas.
- c. Penanggulangan (ameliorasi). Tanaman mengabsorpsi ion tersebut, tetapi bertindak untuk meminimalkan pengaruhnya.
- d. Toleransi. Tanaman dapat mengembangkan sistem metabolis (imun) salah satunya dengan molekul enzim sehingga tanaman dapat toleran pada saat toksisitas sangat tinggi.

4.4.2 Kandungan Pb dalam Air

Kandungan Pb di perairan pesisir Desa Banjarwati berkisar antara 0,087 – 0,163 mg/l (lihat Tabel 7). Perbedaan kandungan Pb ini dapat terjadi karena adanya perbedaan aktifitas pada masing – masing titik pengamatan, seperti kegiatan pelayaran. Menurut Valenta *et al.* (1986) dalam Kiswara (1990), arus pelayaran merupakan salah satu pencemaran logam Pb yang penting yang dapat berasal dari buangan minyak, kerangka kapal yang terdiri dari logam dan cat yang digunakan untuk mengecat kapal.

Stasiun	Kandungan Pb (mg/l)
Stasiun 1	0,163
Stasiun 2	0,087
Stasiun 3	0,128

Tabel 7. Kandungan Pb di Perairan pada Stasiun 1, 2 dan 3 di Pesisir Desa Banjarwati

Dari tabel 7 di atas menunjukkan bahwa kandungan Pb terendah ditemukan pada Stasiun 2 yaitu 0,087 mg/l, hal ini diduga karena komunitas di stasiun ini lebih sedikit dibandingkan stasiun 1 dan 3.. Menurut Kiswara dan Sudjoko (1993), kadar logam berat lamun mempunyai korelasi yang positif dengan kadar logam berat pada air. Hal ini disebabkan, karena lamun mempunyai kemampuan untuk menjerap sedimen melalui akarnya. Menurut Effendi (2003), proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan.

Kandungan Pb dalam air tertinggi ditemukan pada Stasiun 1 yaitu 0,163 mg/l. Kandungan yang tinggi tersebut diduga disebabkan karena dekat dengan aktifitas manusia dan juga terdapat buangan limbah – limbah yang menjadi sumber limbah Pb seperti limbah rumah tangga dan industri. Selain itu, logam berat mengalami akumulasi dalam perairan. Menurut Bryan (1976) dalam Supriharyono (2002) secara umum sumber-sumber pencemaran logam berat di laut dapat dibagi menjadi dua, yaitu sumber-sumber yang bersifat alami dan buatan. Logam berat yang masuk ke perairan laut secara alami berasal dari 3 sumber, yaitu : masukan dari daerah pantai (*coastal supply*) yang berasal dari sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktifitas gelombang. Selain itu masukan dari lingkungan dekat daratan pantai, termasuk logam-logam yang ditransformasikan dari atmosfer sebagai partikel dan debu.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan kandungan Pb pada pesisir Desa Banjarwati di ketiga stasiun tergolong cukup tinggi, selain itu nilai tersebut juga sudah melewati ambang batas yang diperbolehkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 / MENKLH / 2004 yaitu sebesar $< 0,008$ mg/l.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan pula bahwa kandungan Pb pada perairan pesisir Desa Banjarwati tidak sesuai atau tidak dapat ditolerir bagi biota laut. Berdasarkan Malea (1994) kandungan logam berat dalam lamun dipengaruhi oleh kandungan logam berat dalam air laut, sedangkan faktor – faktor yang mempengaruhi keberadaan logam dalam perairan antara lain suhu, pH dan salinitas. Kenaikan pH pada badan air akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan senyawa – senyawa logam. Menurut Palar (1994) perubahan tingkat stabil dari kelarutan biasanya terlihat dalam bentuk pergeseran persenyawaan. Umumnya pada pH yang semakin tinggi kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida, hidroksida – hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel – partikel yang terdapat pada badan perairan yang akhirnya mengendap dan membentuk lumpur. Suhu juga dapat mempengaruhi ketersediaan logam berat dalam perairan, dimana ketersediaan logam berat dalam air akan menurun seiring dengan tingginya suhu akibat cahaya matahari.

4.4.3 Kandungan Pb pada Sedimen

Jenis substrat pada stasiun pengambilan sampel terdiri dari pasir untuk semua stasiun. Hasil analisis kandungan Pb pada sedimen dari ketiga stasiun disajikan oleh Tabel 8. berikut ini.

Transek	Kandungan Pb (mg/kg)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	6,80	7,44	6,17
2	6,93	7,63	5,85
3	6,68	7,51	6,23
Rata -rata	6,803	7,526	6,083

Tabel 8. Kandungan Pb pada Sedimen pada Stasiun 1, 2 dan 3 di Pesisir Desa Banjarwati

Kandungan Pb pada sedimen pada perairan pesisir Desa Banjarwati berkisar antara 5,85 – 7,63 mg/kg. Kandungan Pb rata – rata terendah pada sedimen terdapat pada stasiun 3 yaitu 6,083 mg/kg, hal ini terjadi karena pada stasiun 3 ini kondisi substratnya di dominasi batu dan kerikil. Pada substrat jenis ini kandungan logam berat tidak sebanyak pada substrat berlumpur. Menurut Pulich (1980) dalam Kiswara (1994) kandungan logam berat dalam sedimen sangat dipengaruhi oleh jumlah lumpur. Dimana kandungan logam berat dalam sedimen dengan kandungan logam berat dalam lumpur memiliki korelasi yang positif.

Kandungan Pb rata – rata tertinggi pada sedimen di pesisir Desa Banjarwati ditemukan pada Stasiun 2 yaitu 7,526 mg/kg. Hal ini dapat terjadi karena stasiun ini dipengaruhi oleh aktifitas pelayaran, dimana pada stasiun ini terdapat banyak lumpur.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Rochyatun *et al.* (2003) memperoleh hasil yaitu kandungan Pb sedimen di perairan Kalimantan Timur berkisar antara 4,44 – 15,17 mg/kg, sedangkan kandungan Pb sedimen di perairan Gugus Pulau Pari, Jakarta berkisar antara 2,25 – 4,27 mg/kg (Rochyatun, 2003). Berdasarkan *Reseau National d'Observation* (RNO) dalam Rochyatun *et al.* (2003), kandungan logam Pb dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10 – 70 mg/kg. Jika mengacu pada hasil di atas, maka kandungan logam Pb dalam sedimen di perairan pesisir Desa Banjarwati dapat dikatakan masih tergolong rendah.

4.5 Sifat Fisika dan Kimia Lingkungan Perairan

4.5.1 Suhu

Suhu suatu perairan dipengaruhi oleh radiasi matahari; posisi matahari; letak geografis; musim; kondisi awan; serta proses interaksi air dengan udara, alih panas, penguapan dan hembusan angin (Dahuri *et al.*, 2001). Hasil pengukuran suhu pada ekosistem padang lamun pesisir pantai Desa Banjarwati dapat dilihat pada tabel 3.

Hasil pengukuran suhu di pesisir pantai Desa Banjarwati diperoleh hasil antara 25 – 28°C. Suhu 25 °C terjadi pada stasiun 1 dimana waktu pengukuran adalah pagi hari yaitu lebih dingin dibanding pada pengukuran suhu di stasiun 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena pada siang hari sudut jatuh matahari terhadap perairan besar, dimana menurut Arfiati (2001), semakin rendah sudut jatuh matahari maka semakin besar pula cahaya yang dipantulkan sehingga suhu perairan cenderung rendah karena tidak maksimal menyerap cahaya atau panas. Suhu tertinggi terdapat pada stasiun 2 dan 3 yaitu sebesar 27-28 °C (tabel 2) saat siang hari. Hal ini disebabkan pada siang hari posisi matahari tepat diatas perairan, sehingga cahaya yang diserap lebih besar dan akibatnya meningkatkan suhu perairan.

Berdasarkan pengukuran suhu di ketiga stasiun yaitu 25 – 28 °C, angka suhu tersebut masih berada pada kisaran normal, dimana menurut Zieman (1975) dalam Supriharyono (2000) tumbuhan lamun yang hidup di daerah tropis umumnya tumbuh pada daerah kisaran suhu air antara 20 – 30 °C dan suhu optimumnya adalah 28 – 30 °C.

4.5.2 Salinitas

Salinitas di pesisir pantai Desa Banjarwati yaitu 32-33 ppm (tabel 3). Menurut Nontji (2002), perbedaan salinitas juga dapat disebabkan karena perbedaan waktu pengukuran yang kaitannya dengan intensitas matahari yang mengakibatkan adanya evaporasi.

Salinitas tertinggi ditemukan pada stasiun 2 dan 3 yaitu sebesar 33 ppm. Tingginya salinitas pada stasiun 2 dan 3 ini disebabkan pada saat pengamatan, penetrasi sinar matahari cukup terik ke perairan dan letaknya jauh dari aliran sungai. Berdasarkan hasil pengukuran salinitas di kedua stasiun pengamatan berkisar antara 32 ppm hingga 33 ppm. Nilai tersebut masih berada pada kisaran salinitas yang optimum untuk pertumbuhan lamun, dimana menurut Ziemann (1975) dalam Supriharyono (2000) salinitas yang optimum untuk pertumbuhan lamun berkisar antara 25 – 35 ppm.

4.5.3 pH Perairan dan pH Sedimen

a. pH Perairan

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Di lingkungan laut pH relatif lebih stabil dan biasanya berada dalam kisaran antara 7,5-8,4 (Nybakken, 1988). Derajat keasaman berkaitan dengan CO_2 yang berasal dari proses respirasi, semakin tinggi kadar CO_2 di perairan maka perairan akan bersifat asam karena CO_2 akan berikatan dengan H_2O membentuk H_2CO_3 (asam karbonat). Perairan yang mempunyai pH tinggi (lebih besar dari 7) maka memiliki kadar CO_2 bebas yang rendah, namun kaya akan karbonat dan bikarbonat. Pada pH 6-8, HCO_3^- melimpah (Subarijanti, 1990).

Dari hasil pengukuran pH di perairan pesisir Banjarwati berkisar antara 8-8,3 untuk semua stasiun (tabel 3). Philips dan Menez (1988) dalam Fahrudin (2002) menyatakan bahwa kisaran pH yang baik bagi lamun adalah pada pH air laut normal yaitu 7,8 - 8,2 karena pada saat tersebut ion bikarbonat yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh lamun dalam keadaan melimpah.

b. pH Sedimen

Hasil pengukuran pH sedimen pada perairan padang lamun di pesisir pantai Desa Banjarwati ditunjukkan oleh tabel 3. Kisaran pH sedimen yaitu antara 7,4 – 7,7, menurut Kartasapoetra (1987) bahwa sedimen tersebut memiliki pH yang netral, dimana pH netral berkisar antara 6,6 – 7,5. Nilai pH terendah sebesar 7,4 (tabel 3) terdapat pada stasiun 1. Kemasaman tanah merupakan salah satu sifat yang penting, sebab terdapat beberapa hubungan pH dengan ketersediaan unsur hara; juga terdapat beberapa hubungan antara pH dan semua pembentukan serta sifat-sifat tanah. pH tanah ini mempunyai pengaruh langsung maupun tidak langsung dengan tanaman. Menurut Kartasapoetra (1987) pengaruh langsung pada akar tanaman pada pH kurang dari 4 dan lebih dari 10 akan terjadi kerusakan pada akar tanaman. Sedangkan pengaruh tidak langsung adalah tersedianya unsur hara. Menurut Foth (1994) mungkin pengaruh terbesar yang umumnya dari pH terhadap pertumbuhan tanaman adalah pengaruhnya terhadap rendah oleh unsur kimia seperti Al dan Mn dimana unsur-unsur ini terdapat pada pH tanah ketersediaan unsur hara. Ketersediaan atau kelarutan sejumlah nutrient tanaman menurun dengan meningkatnya pH. Sedangkan menurut Kartasapoetra (1998) pengaruh tidak langsung terhadap tanaman yaitu kemungkinan timbulnya keracunan tanaman pada pH rendah.

4.5.4 Kesadahan

Kesadahan yang terukur berkisar antara 1205 – 1585 ppm. Kesadahan paling rendah terdapat di stasiun 2 yaitu sebesar 1205 ppm sedangkan kesadahan paling tinggi terdapat di stasiun 1 yaitu sebesar 1585 ppm (tabel 3). Berdasarkan nilai kesadahan yang dihasilkan maka perairan pesisir desa Banjarwati termasuk ke dalam golongan yang sangat sadah (>180 ppm). Menurut Effendi (2003), kesadahan perairan berasal dari kontak air dengan tanah dan bebatuan. Nilai kesadahan air diperlukan dalam penilaian kelayakan perairan untuk kepentingan domestik dan industri.

Nilai kesadahan dipengaruhi oleh keberadaan kation basa bervalensi 2 yaitu, kalsium dan magnesium karena dianggap sebagai pengganggu dikarenakan dapat bereaksi dengan pereaksi yang digunakan. Kesadahan yang tinggi dapat menghambat sifat toksik dari logam berat karena kation-kation penyusun kesadahan (kalsium dan magnesium) membentuk senyawa kompleks dengan logam berat tersebut. (Effendi, 2003)

4.5.5 Pasang Surut

Berdasarkan data pasang surut Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL, pesisir desa Banjarwati memiliki kisaran pasang surut antara 0,2 m – 1,8 m. Kondisi tersebut menunjukkan ketinggian pasang surutnya sebesar 1,6 m. Kisaran pasang surut (*tidal range*) adalah perbedaan tinggi muka air pada saat pasang maksimum dengan muka air pada saat minimum, rata-rata berkisar 1-3 m. Di beberapa perairan di Indonesia kisaran pasang surutnya sekitar 1 m (Dahuri *et al.*, 2001).

4.5.6 Substrat

Tipe substrat merupakan faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan lamun, karena tipe substrat juga akan mempengaruhi kondisi perairan (Kiswara, 1992). Padang lamun hidup pada berbagai tipe substrat, mulai dari pasir, pasir berbatu sampai substrat dasar yang terdiri dari 40% endapan Lumpur. Peranan kedalaman substrat dalam stabilitas sedimen mencakup 2 hal, yaitu: (1) pelindung tanaman dari arus air laut, (2) tempat pengolahan dan pemasok nutrient (Dahuri *et al.*, 2001).

Tipe substrat lumpur cenderung mengakibatkan perairan menjadi keruh sedangkan tipe substrat pasir cenderung mengakibatkan perairan menjadi jernih. Substrat lumpur sering berhubungan dengan hutan *mangrove* karena hutan *mangrove* memiliki sifat sebagai jebakan substrat, sedangkan kawasan terumbu karang dapat menjernihkan air (Kiswara, 1992)

Hasil analisis dari Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya diperoleh hasil tekstur tanah yang terdapat pada pesisir Banjarwati untuk semua stasiun adalah pasir.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

- Kandungan logam berat Pb pada lamun berdasarkan jenisnya, tertinggi terdapat pada lamun jenis *Thalassia hemprichii* dan terendah terdapat pada lamun jenis *Cymodocea rotundata*
- Kandungan Pb pada semua jenis lamun, tertinggi pada bagian helaian daun (Hd) dan terendah pada bagian akar rimpang (Ar).
- Kandungan logam berat Pb pada lamun berdasarkan stasiun pengamatan, tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan terendah pada stasiun 2.
- Kandungan logam berat Pb pada air tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan terendah terdapat pada stasiun 2.
- Kandungan logam berat Pb pada sedimen tertinggi terdapat pada stasiun 2 dan terendah terdapat pada stasiun 3.
- Kandungan Pb pada lamun dan air sudah tidak layak atau tidak normal berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 / MENKLH / 2004.
- Hasil pengamatan sifat fisika dan kimia lingkungan perairan didapatkan kisaran suhu 25 – 28 °C; Salinitas 32 -33 ‰; pH perairan sebesar 8 – 8,3; pH sedimen sebesar 7,4 – 7,7 dan kesadahan berkisar antara 1205 – 1585 ppm. Jenis substrat untuk semua stasiun adalah pasir.

- Kualitas perairan pada padang lamun sesuai bagi pertumbuhan lamun dan sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota lamun berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 / MENKLH / 20004

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai logam berat Pb di lamun dan air dapat diketahui bahwa perairan pesisir desa Banjarwati sudah mulai tercemar. Maka diperlukan upaya pengolahan wilayah pesisir untuk menekan tingkat pencemaran logam berat Pb di pesisir desa Banjarwati. dan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan logam berat Pb pada lamun untuk mengetahui daya racun (LC_{50}) dari logam berat Pb terhadap lamun.



DAFTAR PUSTAKA

- Arfiati, D. 2001. **Limnologi. Sub Bahasan Kimia Air**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Azkab, M.H., 1999. **Pedoman Inventarisasi Lamun. Oseana, Majalah Ilmiah Semi Populer**. Volume XXIV Nomor 1, Tahun 1999: 1-16. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Bengen, D. G. 2002. **Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya**. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Campanella, L., Conti, M.E, Cubadda, F., dan Sucapane, C., 1999. **Trace Metals in Seagrass, Algae and Mollusc from an Uncontaminated area in Mediterranean. Environmental Pollution**. 111 (2001) 117-126.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P., Sitepu. 2001. **Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu**. Edisi Revisi. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Darmono. 1995. **Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**. UI Press. Jakarta.
- , 2001. **Dampak Pencemaran Lingkungan**. UI Press. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. **Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air**. Jakarta.
- Dinas Hidro-Oseanografi TNI AL. 2006. **Daftar Pasang Surut Tide Tables**. Jakarta
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Fahrudin. 2002. **Pemanfaatan, Ancaman dan Isu – isu Pengelolaan Ekosistem Padang Lamun**. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. 2003. **Petunjuk Praktikum Limnologi, Analisis Kualitas Air**. Malang.
- , 2006. **Penuntun Praktikum Dasar – Dasar Ilmu Tanah**. Malang
- Fitter, A. H dan R. K. M. Hay. 1991. **Fisiologi Lingkungan Tanaman Edisi Indonesia**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Foth, D. Henry. 1994. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. Erlangga. Jakarta

Hutagalung, H. P. 1991. **Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya**. P3O LIPI. Jakarta.

-----, 1997. **Metodologi Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota Buku 2**. Puslitbang Oceanologi, LIPI. Jakarta.

Jatim. Go. Id. 2007. **Potensi Jawa Timur**.

Kartasapoetra, G. 1987. **Teknologi Konservasi Tanah Dan Air**. PT. Bina Aksara. Jakarta.

Kiswara, W. 1990. **Kadar Logam Berat (Cd, Cu, Pb dan Zn) Dalam Lamun (*Zostera marina* L) di Belanda dalam** Prosiding Seminar Ekologi Laut dan Pesisir I. Jakarta. 130-135.

-----, 1992. **Vegetasi Lamun (Seagrass) di Rataan Terumbu Pulau Pari, Pulau – pulau Seribu, Jakarta dalam** S. Soemodihardjo, M. K. Moosa, Burhanuddin, Soekarno, O. S. R. Ongkosono (Eds). Oseanologi di Indonesia. Nomor 25, Tahun 1992: 31-49. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.

-----, 1994. **Perbandingan Kadar Logam Berat (Cd, Cu, Pb dan Zn) Dalam Lamun di Perairan Tropis dan Subtropis dalam** D. Setiapermana, Sulistijo, H. P. Hutagalung (Eds). Prosiding Seminar Pemantauan Pencemaran Laut. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta. 30-38.

Kiswara, W. dan Sudjoko. 1993. **Studi Pendahuluan: Kandungan Logam Berat (Cd, Cu, Pb dan Zn) Dalam Lamun [*Thalassia hemprichii* (Ehrenb) Ascher dan *Cymodocea rotundata* Enherb. & Hempr. Ex. Aschers.] di Teluk Jakarta**. Proposed For Seminar Ilmiah Nasional Biologi XI di Ujung Padang. 13p.

Kiswara, W. dan Winardi, 1999. **Sebaran Lamun di Teluk Kuta dan Teluk Gerupuk, Lombok dalam** : S. Soemodihardjo, O.H. Arinardi, I. Aswandy (Eds). Dinamika Komunitas Biologi pada Ekosistem Lamun di Pulau Lombok, Indonesia. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta. Hal 11-25.

Kristanto, P. 2002. **Ekologi Industri**. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

Lamongan. Go. Id. 2005. **Sepintas Perikanan Laut Kabupaten Lamongan**.

Lind, O.T. 1979. **Handbook Of Common Methods in Limnology**. Department of Biology and Institute of Environmental Studies Baylor University. Texas.

Malea, P. 1994. **Seasonal Variation and Local Distribution of Metals in The Seagrass *Halophila stipulacea* (Forsk.) Aschers**. in The Antikyra Gulf, Greece. *Enviorenmental Pollution*. 85: 77-85.

Nontji, A. 2002. **Laut Nusantara**. Penerbit Djambatan. Jakarta.

- Nybakken, J.W. 1988. **Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis**. Alih Bahasa: H. M Eidman. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.
- Pagoray, H. 2005. **Lingkungan Pesisir dan Masalahnya Sebagai Daerah Aliran Buangan Limbah**. Makala Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Palar, H. 1994. **Pencemaran air dan Toksikologi Logam Berat**. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Ratnasari, S. 2005. **Studi Komunitas Padang Lamun di Pesisir Desa Banjarwati Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi. (tidak diterbitkan).
- Raymond, G. 2007. **Komunitas Padang Lamun di Pesisir Desa Banjarwati Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi. (tidak diterbitkan).
- Rochyatun, E. 2003. Kandungan Logam Berat Dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Gugus Pulau Pari *dalam* Pesisir Pantai Indonesia VIII. P2O LIPI. Jakarta.
- Romimohtarto, K. dan Juwana, S., 2001. **Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biologi Laut**. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Satwika, M. 2004. **Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Dua Jenis Lamun (*Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*) di Rataan Terumbu Pulau Pari Kepulauan Seribu DKI Jakarta**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Skripsi. (tidak diterbitkan).
- Scott, W. A. H. 1996. **Kamus Saku Kimia**. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Sevilla, C. G., Jesus A. O., Twila G. P., Bella P.R., Gabriel G. U. 2006. **Pengantar Metode Penelitian**. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Siregar, E. B. **Pencemaran Udara, Respon Tanaman dan Pengaruhnya Pada Manusia**. [www. Google.com](http://www.Google.com).
- Subarijanti, H. U. 1990. **Kesuburan dan Pemupukan Perairan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Sugiharto. 1987. **Dasar – dasar Pengelolaan Air Limbah**. UI Press. Jakarta.
- Suhendrayatna. 2001. **Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Microorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan**. Disampaikan pada Seminar *On-Air* Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21, 1-14 Februari 2001.
- Sunu, P. 2001. **Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001**. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.

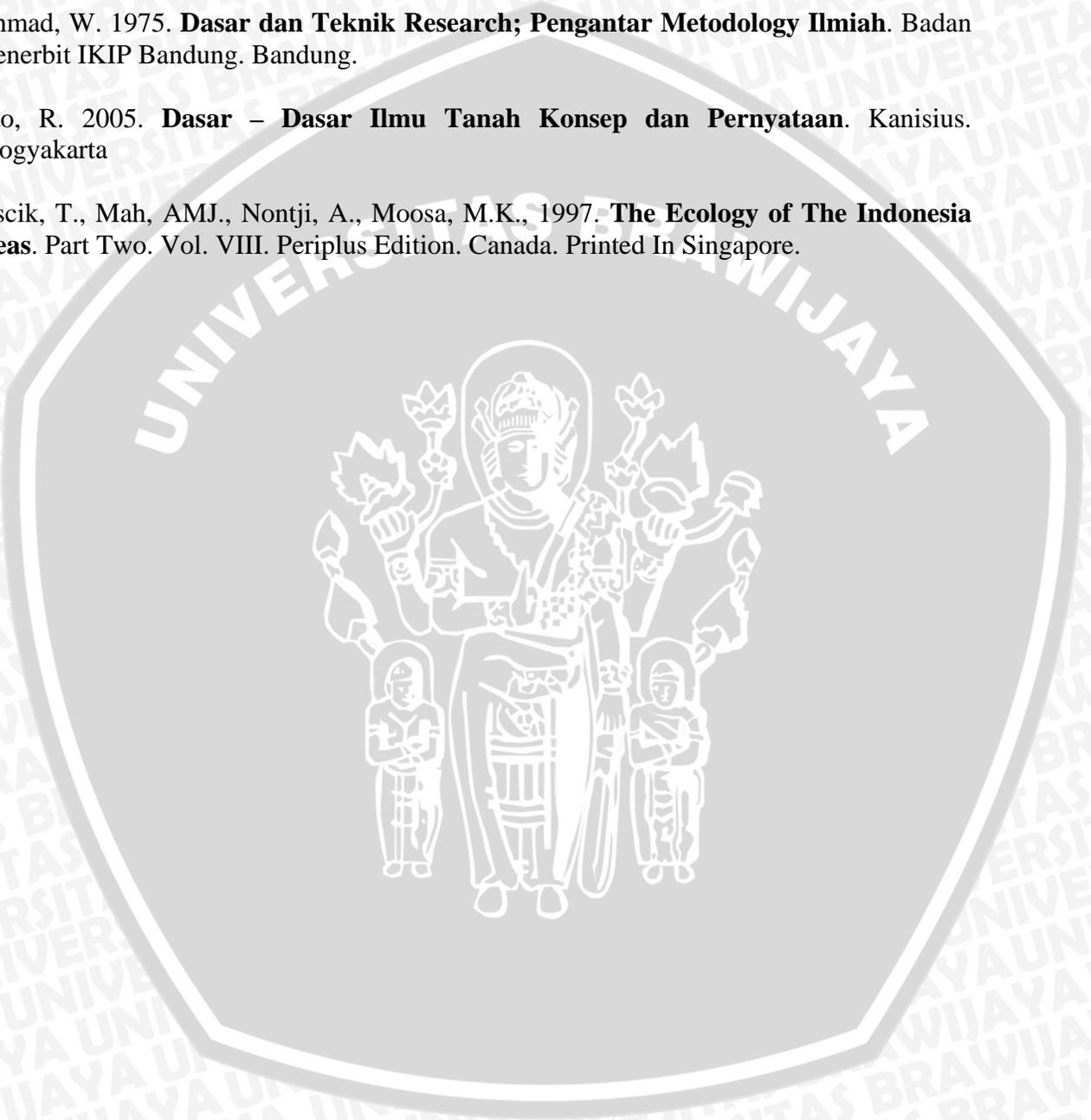
Supriharyono. 2000. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Supriharyono. 2002. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Surachmad, W. 1975. **Dasar dan Teknik Research; Pengantar Methodology Ilmiah**. Badan Penerbit IKIP Bandung. Bandung.

Sutanto, R. 2005. **Dasar – Dasar Ilmu Tanah Konsep dan Pernyataan**. Kanisius. Yogyakarta

Tomascik, T., Mah, AMJ., Nontji, A., Moosa, M.K., 1997. **The Ecology of The Indonesia Seas**. Part Two. Vol. VIII. Periplus Edition. Canada. Printed In Singapore.

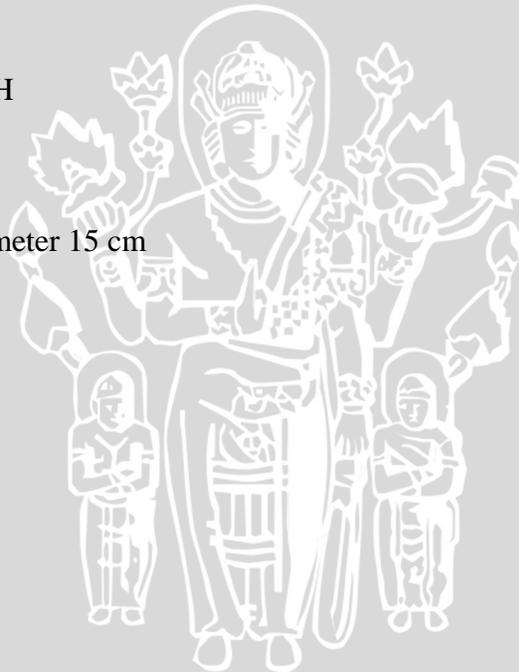


LAMPIRAN**Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian****ALAT PENELITIAN :**

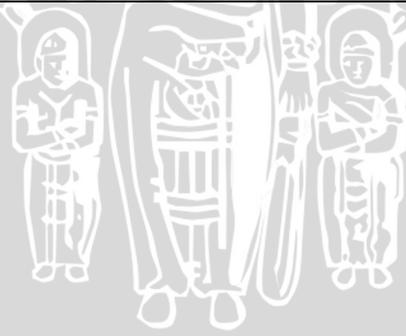
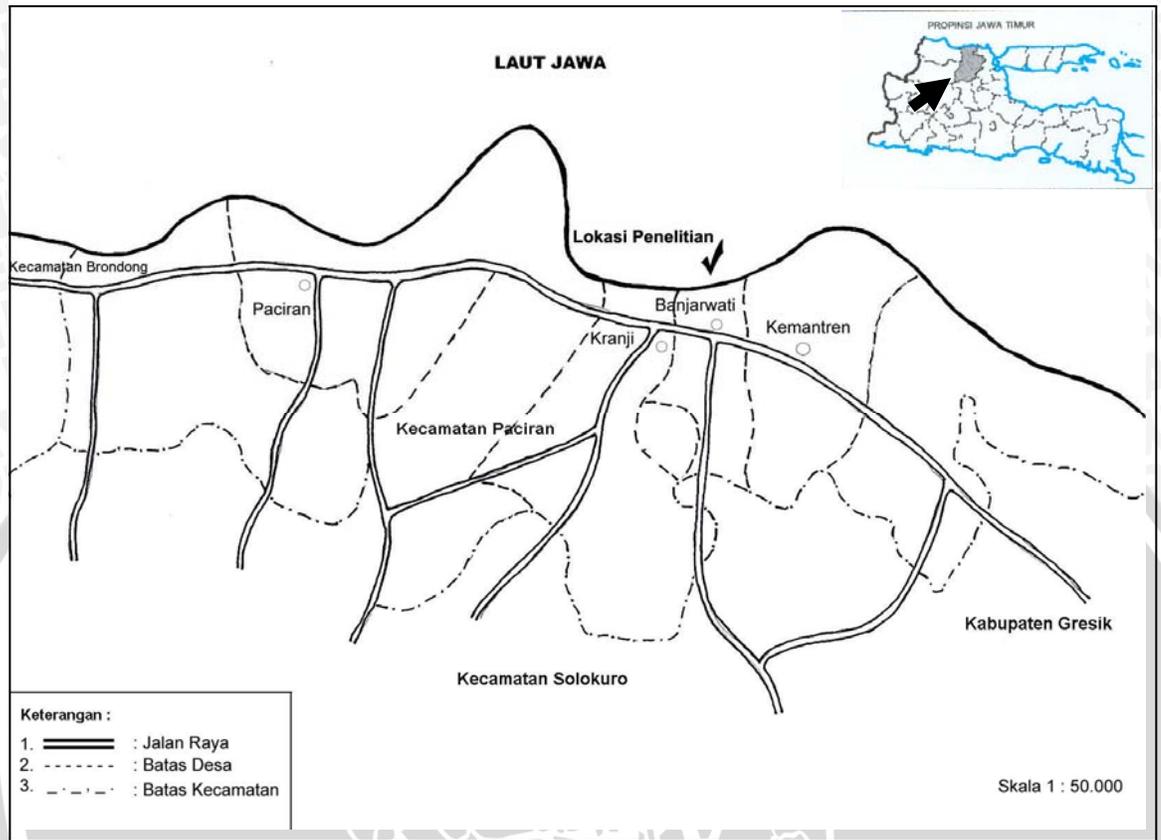
- Transek kuadrat 50 x 50 cm
- Tali rafia
- Rol meter
- Termometer
- Refraktometer
- pH paper
- Kotak standart pH
- Kantong plastik
- Pipa paralon diameter 15 cm
- Boks sterofom
- Penggaris
- Kertas label
- Tissue

BAHAN PENELITIAN :

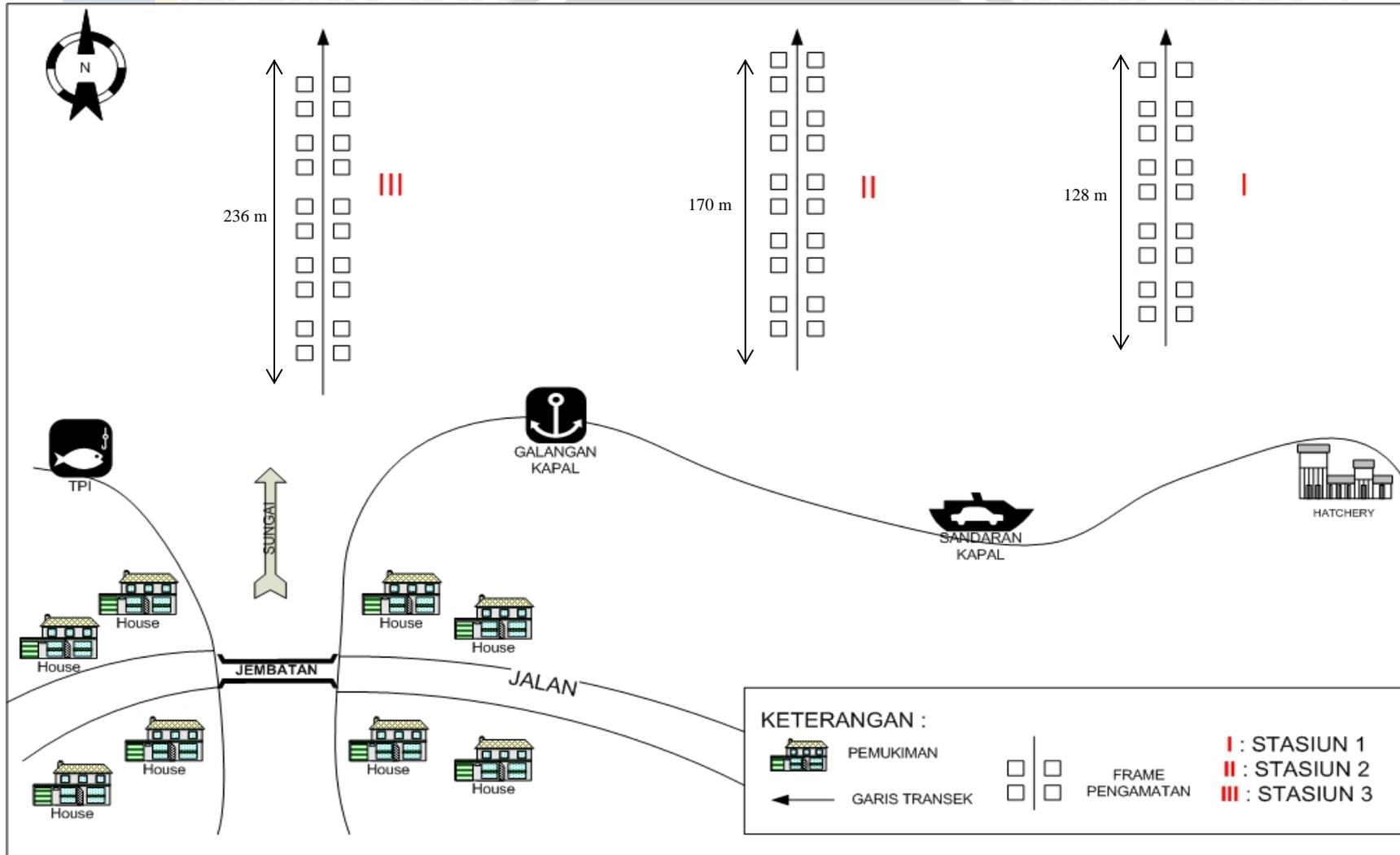
- Aquadest



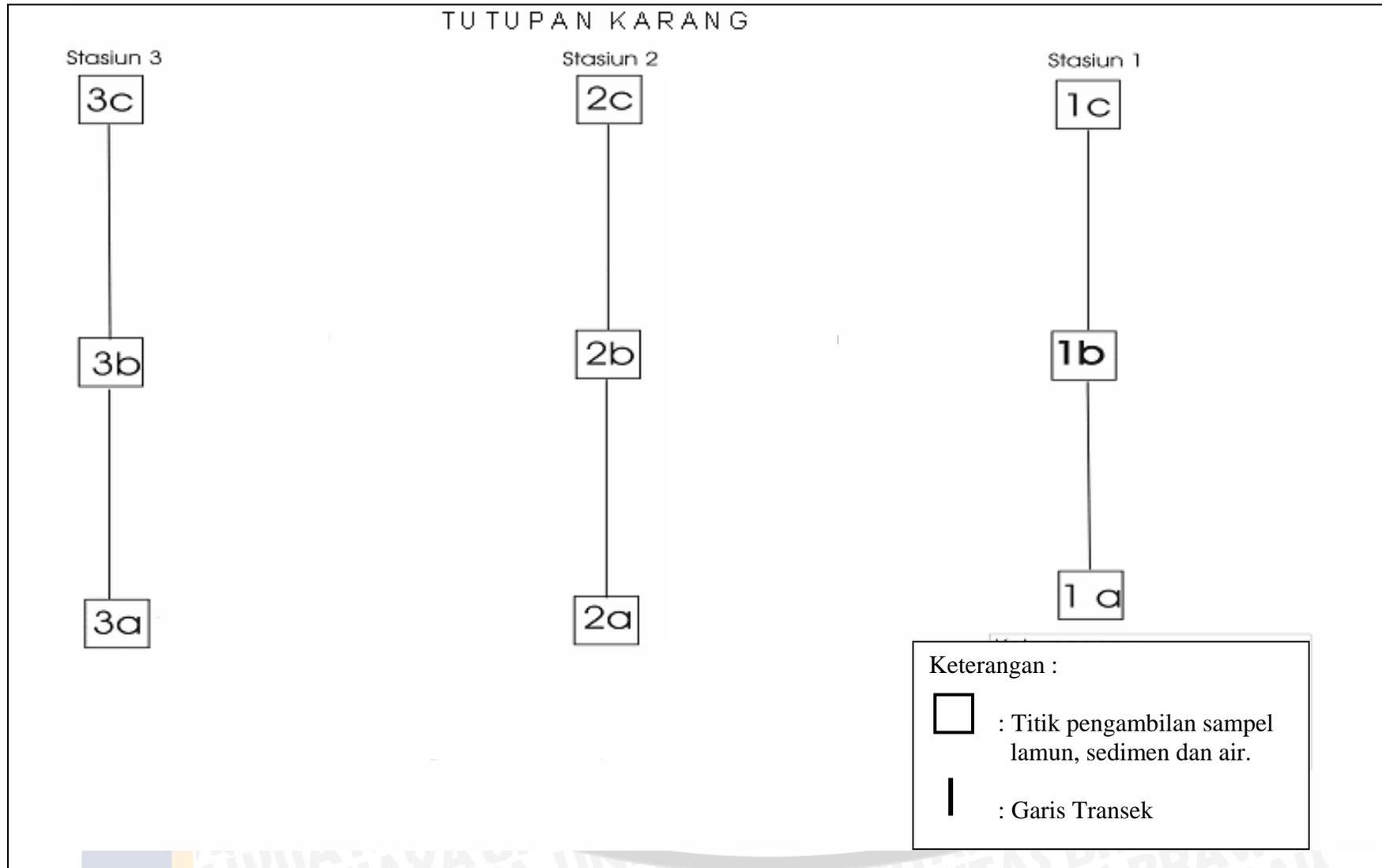
Lampiran 2. Peta Kabupaten Lamongan



Lampiran 3. Denah Pengambilan Sampel



Lampiran 4. Denah Pengambilan Sampel Lamun, Sedimen dan Air



Lampiran 5. Daftar Tabel Pasang Surut Dishidros TNI AL

295

42. ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA (KARANG JAMUANG)

06° 9' S - 112° 7' T

MARET 2007

KETINGGIAN DALAM METER
Waktu : G.M.T. + 07 00

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1	0.8	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1
2	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	2
3	1.1	0.9	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	3
4	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	4
5	1.2	1.1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	5
6	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	6
7	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	7
8	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	8
9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	9
10	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.8	0.8	0.7	0.7	10
11	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	0.9	0.7	0.6	11
12	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0	0.8	0.6	12
13	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9	0.7	13
14	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	14
15	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.9	0.7	0.6	15
16	0.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1	16
17	0.9	0.7	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	17
18	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	18
19	1.1	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	19
20	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	20
21	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	21
22	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	22
23	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	23
24	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	24
25	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	25
26	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	26
27	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.0	0.9	0.7	0.6	0.6	27
28	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	28
29	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.9	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8	29
30	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	30
31	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	31

APRIL 2007

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.1	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1
2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2
3	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	4
5	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	5
6	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	6
7	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.7	1.7	1.5	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	7
8	0.5	0.6	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	8
9	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.7	0.6	0.4	0.4	0.4	9
10	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5	0.4	10
11	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	0.5	11
12	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.9	0.7	0.6	0.5	12
13	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.4	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	13
14	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	14
15	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	15
16	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	16
17	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	17
18	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	18
19	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	19
20	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.5	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	20
21	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	21
22	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	0.9	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	22
23	0.4	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.7	1.5	1.3	1.1	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	23
24	0.3	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	24
25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.																		

Lampiran 6. Surat Keterangan Uji Laboratorium



Departemen Pendidikan Nasional
UNIVERSITAS BRAWIJAYA - FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
 Jalan Veteran, Malang 65145

■ Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623 ■ Fax : 0341 - 564333, 560011 ■ e-mail : soilub@brawijaya.ac.id ■

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar Jabatan dan Alamat

Nomor : 094/PT.13.FP/TA/VAK/2007

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : Agung Kurnia T dan Graziano Raymond
 Lokasi : Sedimen Pantai Pesisir Ds.Banjawati Lamongan

Terhadap kering oven 105°C

No. Lab.	Kode	pH 1:1		KTK
		H ₂ O	KCl 1N	NH4OAC1N pH:7 me/100g
Tnh 425	S1T1	7.4	7.2	3.03
Tnh 426	S1T2	7.5	7.2	1.02
Tnh 427	S1T3	7.6	7.5	1.02
Tnh 428	S2T1	7.5	7.2	1.02
Tnh 429	S2T2	7.6	7.4	1.02
Tnh 430	S2T3	7.6	7.5	t.u
Tnh 431	S3T1	7.6	7.5	1.01
Tnh 432	S3T2	7.7	7.5	t.u
Tnh 433	S3T3	7.6	7.5	2.14

Keterangan

KTK : Kapasitas Tukar Kation
 t.u : Tak terukur



Mengetahui
 Ketua Jurusan,
 Dr. Ir. M. Luthfi Rayes, MSc.
 NIP. 130 818 808

Ketua Lab. Kimia Tanah
 Ir. Retno Surtari, MS
 NIP 131 281 901

C:Dokumen/hasil analisa/Mar.07/094.xls

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat LAB. KIMIA TANAH: Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan LAB. FISIKA TANAH: Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi LAB. PEDOLOGI, PENGINDERAAN JAUH & PEMETAAN: Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi dan Pemetaan Wilayah LAB. BIOLOGI TANAH: Analisa Kualitas Bahan Organik dan Peningkatan

Lanjutan Lampiran 6.

Departemen Pendidikan Nasional
UNIVERSITAS BRAWIJAYA - FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
Jalan Veteran, Malang 65145



Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623 ■ Fax : 0341 - 564333, 560011 ■ e-mail : soilub@brawijaya.ac.id ■

Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar, Jabatan Dan Alamat

HASIL ANALISA TANAH

a.n : Graziano Raymond/ Agung K (Fk. Perikanan)
Asel : Ds. Banjarwati, Lamongan (Pesisir Pantai)
Nomor : 12/PT/13.FP/AF/T/07

No	Kode	Kj/h cm.jam ⁻¹	Berat isi jenis g.cm ⁻³	Poro sitas %	Nilai COLE trasi N.cm ⁻²	Indek DMR mm	Kadar air		Kadar air tersedia	Air 4.2	Pasir	% Debu	% Liat	Klas Tekstu
							kr. udara	2.5						
1	S1T1										91	3	6	pasi
2	S1T2										90	3	7	pasi
3	S1T3										96	4	0	pasi
4	S2T1										94	6	0	pasi
5	S2T2										97	0	3	pasi
6	S2T3										94	0	6	pasi
7	S3T1										95	0	5	pasi
8	S3T2										90	3	7	pasi
9	S3T3										97	0	3	pasi

Malang, Maret 2007



Dr. Ir. M. Luthfi Reyes MSC.
NIP 730 818 803

an. Ketelab. Fisika

[Signature]

Dr. Ir. Sugeng Priyono, MS
NIP 131 472 755

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat LAB. KIMIA TANAH : Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan LAB. FISIKA TANAH: Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi LAB. PEDOLOGI, PENGINDERAAN JAUH & PEMETAAN: Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi dan Pembagian Wilayah LAB. BIOLOGI TANAH : Analisa Kualitas Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah Secara Biologi