

**KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb⁺ (TIMBAL) PADA LAMUN
Enhalus acoroides DI PESISIR TELUK AMBON
PROPINSI MALUKU**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

WIDY ASTUTI

NIM. 0610810076



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

2011

RINGKASAN

WIDY ASTUTI. Laporan Skripsi **KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb⁺ PADA LAMUN *Enhalus acoroides* DI PESISIR TELUK AMBON PROPINSI MALUKU.** Dibawah bimbingan **Ir. Muhammad Musa.,MS. dan Ir. Hj. Umi Zakiyah.,MS.**

Wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, 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 oleh proses – proses alam yang terjadi di pesisir. Wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang paling mudah terkena dampak kegiatan manusia kegiatan pembangunan. Hal – hal yang dapat mempengaruhi lingkungan pesisir antara lain pertambahan jumlah penduduk, aktifitas kegiatan manusia, pencemaran industri, sedimentasi, dan overeksploitasi sumberdaya alam. Logam berat merupakan salah satu limbah industri yang menyebabkan pencemaran. Sifat logam berat antara lain sulit terurai, beracun, dan cenderung terakumulasi dalam tubuh organisme. Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang diketahui juga beracun bagi makhluk hidup termasuk manusia. Lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan berbunga (*angiospermae*) yang dapat tumbuh baik dalam lingkungan laut dangkal dan merupakan tumbuhan berbiji satu (*monokotil*) yang mempunyai akar rimpang (*rhizoma*) daun bunga dan buah seperti halnya dengan tumbuhan berpembuluh yang tumbuh di darat. Lamun dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran karena memenuhi syarat yaitu dapat mengakumulasi bahan cemaran (tanpa ia sendiri mati terbunuh)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb⁺ pada tumbuhan lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut pada perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon dan untuk mengetahui hubungan kandungan logam berat Pb⁺ pada lamun dengan kandungan logam berat Pb⁺ pada air laut dan sedimen. Penelitian ini dilaksanakan di perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon tepatnya di Desa Galala dan Desa Latta Kota Ambon Propinsi Maluku. Waktu penelitian selama 2 minggu dengan selang waktu seminggu sekali.

Materi penelitian ini adalah kandungan logam berat Pb⁺ (timbal) yang terdapat pada lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut di padang lamun di pesisir Teluk Ambon. Selain itu, parameter kualitas air sebagai penunjang dalam penelitian ini, seperti parameter fisika yang meliputi suhu dan salinitas, dan parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO). Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode survai. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan ekosistem pesisir dan aktivitas manusia di pesisir Teluk Ambon. Stasiun pengamatan ditetapkan menjadi dua lokasi pengamatan yaitu: stasiun I perairan pesisir Desa Galala, dimana dekat dengan pelabuhan feri, pemukiman penduduk, Perusahaan Perikanan Nusantara, doking kapal, dan PLTD serta adanya masukan dari Sungai Wairuhu, sedangkan stasiun II perairan pesisir Desa Latta, dimana lokasi ini padat pemukiman penduduk dan dekat dengan lahan mangrove yang terdapat di perbatasan Desa Latta dan Desa Lateri. Teknik pengambilan sampel dalam pengamatan ini dilakukan di dua stasiun yang berbeda, yaitu stasiun I (Desa Galala) dan stasiun II (Desa Latta). Pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen serta pengukuran kualitas air dilakukan dalam satu waktu secara

bersamaan. Waktu pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen, serta pengukuran kualitas air tergantung waktu surutnya air laut. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengkomposit tumbuhan lamun, yaitu dengan mengambil 2 titik di tiap stasiun pengamatan secara acak. Pengukuran kualitas air sebagai penunjang dilakukan sekali dalam sehari di tiap – tiap stasiun pengamatan. Metode analisa data yang digunakan yaitu regresi sederhana menggunakan persamaan $y = a + bx$, jika variabel x tidak lebih dari satu. Regresi ini mempunyai dua variabel yang terdiri dari variabel bebas (x), yaitu variabel yang mempengaruhi dan variabel terikat (y), yaitu variabel yang dipengaruhi. Dalam penelitian ini variabel x adalah kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen atau air. Sedangkan variabel y adalah kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides*. Analisa data dengan menggunakan Microsoft Excel.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada stasiun pengambilan sampel di stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta adalah sebagai berikut: nilai suhu berkisar antara 24-28 °C, nilai salinitas berkisar antara 29-35 ‰, nilai oksigen terlarut (DO) berkisar antara 6,4-8 mg/l, dan nilai derajat keasaman (pH) memiliki kisaran antara 6,8-7. Secara umum kondisi kualitas air di kedua stasiun tersebut masih sesuai untuk kehidupan lamun.

Hasil pengukuran logam berat Pb^+ di lamun, air laut, dan sedimen sebagai berikut. Kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta memiliki kisaran antara 0,67-3,66 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun I sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun II. Kandungan ini telah jauh melebihi batas normal yang diperuntukkan bagi biota laut, yang menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 Tahun 2004 sebesar 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta berkisar antara 0,233-0,552 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun II sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun I. Kandungan logam berat di perairan ini sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Surat Keputusan No.51 Tahun 2004 yaitu tidak melebihi 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta berkisar antara 5,3-7,28 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun II sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun I. Kandungan logam berat di sedimen ini masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar, yang telah ditetapkan oleh Reseau Nation d'Observation (RNO) kadar normal logam berat Pb^+ dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10-70 ppm.

Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya, yaitu akar $R^2 = 0,1882$ dengan 18% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,9406$ dengan 94% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,9477$ dengan 95% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 1,3661 - 0,7124x$, batang $y = 3,8433 - 2,5578x$, daun $y = 1,0999 - 0,8449x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,078$ dengan 7% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,7783$

dengan 77% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,513$ dengan 51% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 0,1531 - 0,1282x$, batang $y = 7,1719 - 6,502x$, daun $y = 2,3558 - 0,2306x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,7092$ dengan 70% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,3675$ dengan 37% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,1519$ dengan 15% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,0688 - 1,4072x$, batang $y = 3,9731 - 1,6769x$, daun $y = 1,0691 - 0,3647x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,3224$ dengan 32% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,0186$ dengan 1% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,3251$ dengan 33% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,4464 - 0,1405x$, batang $y = 3,7428 - 0,0558x$, daun $y = 1,4266 - 0,079x$.

Berdasarkan hasil – hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa secara umum kondisi kualitas air di stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta tersebut masih sesuai untuk kehidupan lamun. Kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta telah jauh melebihi batas normal yang diperuntukkan bagi biota laut. Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal. Kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar.

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pembenahan di masa mendatang, khususnya di Teluk Ambon. Saran yang diberikan antara lain, perlu adanya upaya pelestarian lamun dari masyarakat dan pemerintah setempat, khususnya di pesisir Teluk Ambon, sehingga dapat mempertahankan kelestariannya melalui pengelolaan secara terpadu, perlu adanya pengontrolan secara berkala mengenai tumbuhan lamun dan kandungan logam berat khususnya Pb^+ yang ada di perairan Teluk Ambon, dan perlu adanya upaya rehabilitasi pada daerah – daerah dimana kandungan logam beratnya telah melebihi batas normal dan berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan di sekitarnya.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Puji syukur kepada Allah SWT dan junjungan shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Atas terselesaikannya laporan skripsi ini dari awal hingga akhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
- Bapak Ir. Muhammad Musa.,MS selaku dosen pembimbing I.
- Ibu Ir. Hj. Umi Zakiyah.,MS selaku dosen pembimbing II.
- Ibu Ir. Herwati Umi S.,MS selaku dosen penguji I yang telah memberikan banyak kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan skripsi ini.
- Bapak Ir. Putut Widjanarko.,MS selaku dosen penguji II yang telah memberikan banyak kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan skripsi ini.
- Semua pihak yang telah banyak berpartisipasi dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Mudah – mudahan segala amal mereka dicatat dalam kitab abadi sebagai bekal di akhirat kelak. Amiin. Penulis sadar tidak ada karya yang sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun selalu diharapkan untuk dapat lebih baik kedepannya.

Malang, April 2011

Penulis

RINGKASAN

WIDY ASTUTI. Laporan Skripsi **KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb⁺ PADA LAMUN *Enhalus acoroides* DI PESISIR TELUK AMBON PROPINSI MALUKU.** Dibawah bimbingan **Ir. Muhammad Musa.,MS. dan Ir. Hj. Umi Zakiyah.,MS.**

Wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, 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 oleh proses – proses alam yang terjadi di pesisir. Wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang paling mudah terkena dampak kegiatan manusia kegiatan pembangunan. Hal – hal yang dapat mempengaruhi lingkungan pesisir antara lain pertambahan jumlah penduduk, aktifitas kegiatan manusia, pencemaran industri, sedimentasi, dan overeksploitasi sumberdaya alam. Logam berat merupakan salah satu limbah industri yang menyebabkan pencemaran. Sifat logam berat antara lain sulit terurai, beracun, dan cenderung terakumulasi dalam tubuh organisme. Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang diketahui juga beracun bagi makhluk hidup termasuk manusia. Lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan berbunga (*angiospermae*) yang dapat tumbuh baik dalam lingkungan laut dangkal dan merupakan tumbuhan berbiji satu (*monokotil*) yang mempunyai akar rimpang (*rhizoma*) daun bunga dan buah seperti halnya dengan tumbuhan berpembuluh yang tumbuh di darat. Lamun dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran karena memenuhi syarat yaitu dapat mengakumulasi bahan cemaran (tanpa ia sendiri mati terbunuh)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb⁺ pada tumbuhan lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut pada perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon dan untuk mengetahui hubungan kandungan logam berat Pb⁺ pada lamun dengan kandungan logam berat Pb⁺ pada air laut dan sedimen. Penelitian ini dilaksanakan di perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon tepatnya di Desa Galala dan Desa Latta Kota Ambon Propinsi Maluku. Waktu penelitian selama 2 minggu dengan selang waktu seminggu sekali.

Materi penelitian ini adalah kandungan logam berat Pb⁺ (timbal) yang terdapat pada lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut di padang lamun di pesisir Teluk Ambon. Selain itu, parameter kualitas air sebagai penunjang dalam penelitian ini, seperti parameter fisika yang meliputi suhu dan salinitas, dan parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO). Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode survai. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan ekosistem pesisir dan aktivitas manusia di pesisir Teluk Ambon. Stasiun pengamatan ditetapkan menjadi dua lokasi pengamatan yaitu: stasiun I perairan pesisir Desa Galala, dimana dekat dengan pelabuhan feri, pemukiman penduduk, Perusahaan Perikanan Nusantara, doking kapal, dan PLTD serta adanya masukan dari Sungai Wairuhu, sedangkan stasiun II perairan pesisir Desa Latta, dimana lokasi ini padat pemukiman penduduk dan dekat dengan lahan mangrove yang terdapat di perbatasan Desa Latta dan Desa Lateri. Teknik pengambilan sampel dalam pengamatan ini dilakukan di dua stasiun yang berbeda, yaitu stasiun I (Desa Galala) dan stasiun II (Desa Latta). Pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen serta pengukuran kualitas air dilakukan dalam satu waktu secara

bersamaan. Waktu pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen, serta pengukuran kualitas air tergantung waktu surutnya air laut. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengkomposit tumbuhan lamun, yaitu dengan mengambil 2 titik di tiap stasiun pengamatan secara acak. Pengukuran kualitas air sebagai penunjang dilakukan sekali dalam sehari di tiap – tiap stasiun pengamatan. Metode analisa data yang digunakan yaitu regresi sederhana menggunakan persamaan $y = a + bx$, jika variabel x tidak lebih dari satu. Regresi ini mempunyai dua variabel yang terdiri dari variabel bebas (x), yaitu variabel yang mempengaruhi dan variabel terikat (y), yaitu variabel yang dipengaruhi. Dalam penelitian ini variabel x adalah kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen atau air. Sedangkan variabel y adalah kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides*. Analisa data dengan menggunakan Microsoft Excel.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada stasiun pengambilan sampel di stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta adalah sebagai berikut: nilai suhu berkisar antara 24-28 °C, nilai salinitas berkisar antara 29-35 ‰, nilai oksigen terlarut (DO) berkisar antara 6,4-8 mg/l, dan nilai derajat keasaman (pH) memiliki kisaran antara 6,8-7. Secara umum kondisi kualitas air di kedua stasiun tersebut masih sesuai untuk kehidupan lamun.

Hasil pengukuran logam berat Pb^+ di lamun, air laut, dan sedimen sebagai berikut. Kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta memiliki kisaran antara 0,67-3,66 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun I sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun II. Kandungan ini telah jauh melebihi batas normal yang diperuntukkan bagi biota laut, yang menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 Tahun 2004 sebesar 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta berkisar antara 0,233-0,552 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun II sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun I. Kandungan logam berat di perairan ini sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Surat Keputusan No.51 Tahun 2004 yaitu tidak melebihi 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta berkisar antara 5,3-7,28 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun II sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun I. Kandungan logam berat di sedimen ini masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar, yang telah ditetapkan oleh Reseau Nation d'Observation (RNO) kadar normal logam berat Pb^+ dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10-70 ppm.

Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya, yaitu akar $R^2 = 0,1882$ dengan 18% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,9406$ dengan 94% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,9477$ dengan 95% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 1,3661 - 0,7124x$, batang $y = 3,8433 - 2,5578x$, daun $y = 1,0999 - 0,8449x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,078$ dengan 7% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,7783$

dengan 77% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,513$ dengan 51% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 0,1531 - 0,1282x$, batang $y = 7,1719 - 6,502x$, daun $y = 2,3558 - 0,2306x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,7092$ dengan 70% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,3675$ dengan 37% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,1519$ dengan 15% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,0688 - 1,4072x$, batang $y = 3,9731 - 1,6769x$, daun $y = 1,0691 - 0,3647x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,3224$ dengan 32% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,0186$ dengan 1% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,3251$ dengan 33% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,4464 - 0,1405x$, batang $y = 3,7428 - 0,0558x$, daun $y = 1,4266 - 0,079x$.

Berdasarkan hasil – hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa secara umum kondisi kualitas air di stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta tersebut masih sesuai untuk kehidupan lamun. Kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta telah jauh melebihi batas normal yang diperuntukkan bagi biota laut. Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal. Kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar.

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pembenahan di masa mendatang, khususnya di Teluk Ambon. Saran yang diberikan antara lain, perlu adanya upaya pelestarian lamun dari masyarakat dan pemerintah setempat, khususnya di pesisir Teluk Ambon, sehingga dapat mempertahankan kelestariannya melalui pengelolaan secara terpadu, perlu adanya pengontrolan secara berkala mengenai tumbuhan lamun dan kandungan logam berat khususnya Pb^+ yang ada di perairan Teluk Ambon, dan perlu adanya upaya rehabilitasi pada daerah – daerah dimana kandungan logam beratnya telah melebihi batas normal dan berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan di sekitarnya.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Maksud dan Tujuan.....	7
1.4 Kegunaan.....	7
1.5 Hipotesis	7
1.6 Waktu dan Tempat	8
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi dan Batasan Wilayah Pesisir	10
2.2 Tumbuhan Lamun	11
2.2.1 Morfologi Tumbuhan Lamun	11
2.2.2 Peranan Tumbuhan Lamun	15
2.3 Pencemaran Pesisir oleh Logam Berat.....	17
2.4 Logam Berat Timbal (Pb ⁺)	23
2.5 Akumulasi Logam Berat oleh Organisme Perairan	27
2.6 Dampak dan Penanggulangan Pencemaran Logam Berat	28

2.7	Parameter Kualitas Air.....	29
2.7.1	Parameter Fisika.....	29
2.7.2	Parameter Kimia.....	31
2.7.3	Parameter Lingkungan Lainnya.....	32

3. MATERI DAN METODE

3.1	Materi Penelitian.....	35
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.3	Metode Penelitian.....	35
3.3.1	Jenis Data.....	36
3.3.2	Penentuan Lokasi Stasiun Penelitian.....	37
3.3.3	Teknik Pengambilan Sampel.....	37
3.3.4	Prosedur dan Analisa Sampel.....	38
3.4	Analisa Data.....	43

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Keadaan Lokasi Penelitian.....	44
4.2	Kondisi Kualitas Air.....	48
4.2.1	Kondisi Kualitas Air di Stasiun I.....	48
4.2.2	Kondisi Kualitas Air di Stasiun II.....	53
4.3	Kandungan Logam Berat Pb ⁺	58
4.3.1	Kandungan Logam Berat Pb ⁺ di Stasiun I.....	58
4.3.2	Kandungan Logam Berat Pb ⁺ di Stasiun II.....	62
4.4	Analisis Regresi Kandungan Logam Berat Pb ⁺	66
4.4.1	Analisis Regresi Kandungan Logam Berat Pb ⁺ di Stasiun I.....	66
4.4.2	Analisis Regresi Kandungan Logam Berat Pb ⁺ di Stasiun II.....	68
4.5	Perbandingan Hasil Pengamatan dari Lokasi Penelitian.....	71
4.5.1	Perbandingan Kondisi Kualitas Air Antara Kedua Stasiun.....	71
4.5.2	Perbandingan Kandungan Logam Berat Pb ⁺ Antara Kedua Stasiun.....	74
4.5.3	Hasil Pengujian Hipotesis dengan Uji <i>U</i> Mann – Whitney.....	77

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	78

DAFTAR PUSTAKA..... 80

LAMPIRAN..... 84



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai Negara Kepulauan terbesar di dunia, dengan wilayah daratan mencapai 1,9 juta km² tersebar pada sekitar 17.500 buah pulau yang disatukan oleh lautan yang sangat luas sekitar 5,8 juta km². Panjang garis pantai yang mengelilingi daratan tersebut adalah sekitar 81.000 km, yang merupakan garis pantai tropis terpanjang atau tepanjang kedua di dunia setelah Negara Kanada (Dahuri, 2003).

Suatu wilayah pesisir di dalamnya terdapat satu atau lebih sistem lingkungan dan sumberdaya pesisir. Salah satu ekosistem alami di wilayah pesisir yaitu padang lamun. Lamun merupakan salah satu sumber kekayaan laut yang potensial untuk dapat dimanfaatkan secara ekologis. Lamun mempunyai beberapa fungsi penting di daerah pesisir. Nybakken (1988) menyatakan bahwa secara ekologis padang lamun memiliki beberapa fungsi penting bagi daerah pesisir, yaitu sumber utama produktivitas primer, sumber makanan penting bagi organisme (dalam bentuk detritus), menstabilkan dasar yang lunak, tempat pembesaran bagi beberapa spesies yang menghabiskan masa depannya di lingkungan ini, sebagai peredam arus sehingga menjadikan perairan di sekitarnya tenang dan sebagai tudung pelindung dari panas matahari yang kuat bagi penghuninya. Tumbuhan lamun juga dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran perairan.

Umumnya wilayah pesisir merupakan daerah yang rentan terhadap pencemaran akibat kesalahan dalam pengelolaannya yang menjadikan kawasan ini sebagai tempat pembuangan segala macam limbah yang berasal dari daratan (LIPI, 2008). Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses

yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Logam berat merupakan unsur – unsur kimia yang pada akhir – akhir ini sangat ramai dibicarakan sebagai bahan penyebab pencemaran air.

Air sering tercemar oleh berbagai komponen anorganik diantaranya berbagai jenis logam berat yang berbahaya. Logam berat merupakan salah satu bahan anorganik yang dapat mencemari lingkungan. Logam berat berbahaya sering mencemari lingkungan adalah timbal (Pb), merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan sebagainya. Satwika (2004) menjelaskan Pb^+ masuk ke perairan melalui pengendapan, jatuhnya debu yang mengandung Pb^+ yaitu hasil pembakaran bensin, erosi dan limbah industri.

Timbal merupakan salah satu logam berat nonesensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan pada makhluk hidup. Racun ini bersifat kumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang sangat besar dalam tubuh makhluk hidup. Timbal terdapat dalam air karena adanya limbah industri atau akibat korosi pipa (Ulfin, 1995).

Maluku merupakan salah satu dari 33 propinsi di Indonesia, terletak di wilayah Indonesia Bagian Timur. Propinsi Maluku ini terdiri dari 1.027 buah pulau besar maupun kecil, sehingga lebih dikenal dengan julukan “Propinsi Seribu Pulau”, dengan Ambon sebagai ibukota Propinsi. Secara geografis, Propinsi Maluku terletak di antara 5° LU – $8^{\circ}20'$ LS dan 124° – 135° BT. Luas wilayah kepulauan ini seluruhnya sekitar 85.100.000 Ha. Jarak dari utara ke selatan sekitar 1.150 km dan timur ke barat sekitar 1.000 km. Sembilan puluh persen wilayah propinsi ini merupakan lautan, yaitu seluas 76.527.200 Ha dan sepuluh persen adalah daratan, yaitu 8.572.800 Ha. Propinsi ini memiliki perairan laut yang relatif luas dengan sumberdaya perikanan yang relatif besar (Edward, *et al.*, 2006).

Perairan Maluku termasuk perairan Indonesia Timur yang merupakan perairan yang mempunyai potensi perikanan yang cukup besar. Perairan ini juga mempunyai ekosistem pesisir seperti ekosistem terumbu karang, lamun dan hutan bakau. Umumnya organisme yang hidup di wilayah pesisir daerah tropis ini mempunyai model pertumbuhan dengan sifat ekologi yang sempit. Oleh karena itu, ekosistem dengan biota – biota yang berasosiasi, cukup peka terhadap berbagai jenis kegiatan manusia baik di darat maupun ekosistem pesisir itu sendiri (Dahuri, 1996 dalam Pattimahu, 2002).

Kawasan perairan Teluk Ambon Luar (TAL) terdapat Pelabuhan Yos Sudarso di Kecamatan Sirimau yang biasanya terjadi aktivitas pelayaran, bongkar muat kontainer juga doking kapal dan di Desa Wayame terdapat PT Pertamina. Di bagian Teluk Ambon Dalam (TAD) lainnya tepatnya di Desa Galala Kecamatan Sirimau dan di Desa Poka Kecamatan Teluk Ambon terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), di Desa Galala terdapat Perusahaan Ikan Nusantara, di Desa Rumahtiga terdapat pelabuhan feri, dan di Desa Latta juga Desa Lateri terdapat tumbuhan mangrove. Selain itu juga, padat akan pemukiman penduduk dan adanya masukan dari beberapa sungai, seperti di Desa Galala, Desa Halong, dan Desa Poka. Dengan adanya aktifitas – aktifitas tersebut dapat memicu bertambahnya pencemaran logam berat Pb di perairan tersebut.

Pencemaran yang terjadi di perairan Teluk Ambon merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian dari berbagai pihak. Hal ini disebabkan beragamnya sumber bahan pencemar tersebut antara lain berasal dari kegiatan produktif dan nonproduktif di *upland* (lahan atas), dari pemukiman penduduk dan kegiatan yang berlangsung di badan perairan itu sendiri. Jenis bahan pencemar utama yang masuk ke perairan terdiri dari limbah organik, limbah anorganik, residu pestisida, sedimen,

dan bahan lainnya (LIPI, 2008). Pembangunan di kawasan pesisir Teluk Ambon kini telah mengalami perkembangan yang pesat. Namun, bersamaan dengan itu muncul pula berbagai masalah lingkungan di kawasan Teluk Ambon. Adapun permasalahan lingkungan yang terkait menyebabkan berkurangnya jenis lamun di daerah tersebut, seperti di Desa Galala sekitar 15 tahun lalu terdapat 3 jenis lamun, sekarang tertinggal 1 jenis (*Enhalus acoroides*) dan di Desa Latta yang dulunya terdapat 5 jenis lamun, sekarang tertinggal 2 jenis (*Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii*). Permasalahan lingkungan yang terkait lainnya, seperti terjadinya sedimentasi di perairan Teluk Ambon, yang menyebabkan tertutupnya banyak daerah lamun seperti di Desa Tantui, Desa Galala, Desa Durianpatah dan Desa Waiheru. Selain itu juga, dapat disebabkan karena pembukaan lahan di daerah perbukitan dan erosi pantai yang diperhebat oleh kegiatan pengambilan batu dan pasir dari daerah sepanjang pantai, seperti di Desa Halong dan Desa Lateri (Setyawan dan Supriyadi, 1996).

Penelitian mengenai logam berat pada tumbuhan lamun yang telah dilakukan di dunia yaitu oleh Kiswara pada tahun 1986 – 1989 di Belanda (Kiswara, 1994). Penelitian ini di Indonesia juga pernah dilakukan oleh Kiswara dan Sudjoko pada tahun 1988 di Teluk Jakarta (Kiswara dan Sudjoko, 1993), dan juga pernah dilakukan Satwika pada tahun 2004 di Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta (Satwika, 2004) serta dilakukan oleh Irmanika pada tahun 2007 di Kabupaten Lamongan Jawa Timur (Irmanika, 2007). Di tempat yang sama dengan Irmanika, Permana juga melakukan penelitian yang sama pada tahun 2006 (Permana, 2006).

Berdasarkan uraian tersebut dan belum banyak dilakukan penelitian tentang kandungan logam berat pada tumbuhan lamun di Kawasan Timur Indonesia, khususnya di pesisir Teluk Ambon, maka dari itu penelitian ini merasa perlu untuk

dilakukan mengenai kandungan logam berat Pb^+ pada tumbuhan lamun jenis *Enhalus acoroides*. Dilakukannya penelitian ini untuk mengobservasi logam berat Pb^+ di daerah ini terhadap kondisi dan keadaan ekosistem tumbuhan lamun. Mengingat pentingnya peranan lamun bagi ekosistem di wilayah pesisir yang cukup potensial, maka perlu memberikan perhatian khusus pada ekosistem lamun, sehingga dapat mempertahankan kelestarian ekosistem lamun melalui pengelolaan secara terpadu.

1.2 Perumusan Masalah

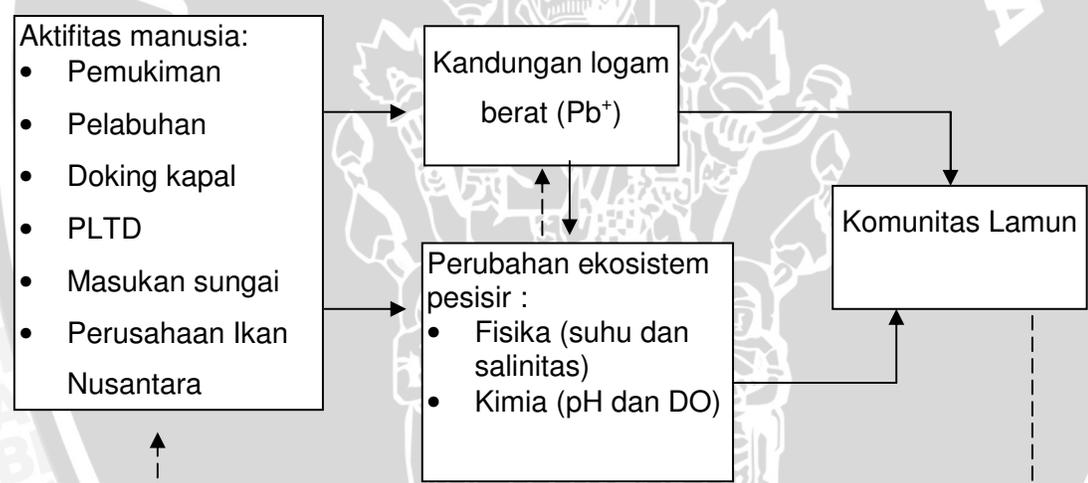
Perairan Teluk Ambon mempunyai peranan penting bagi kehidupan masyarakat Ambon dan sekitarnya. Perairan ini telah dimanfaatkan sebagai sumberdaya alam hayati maupun nonhayati. Akhir – akhir ini pembangunan di kawasan Teluk Ambon yang semakin intensif mengakibatkan pencemaran lingkungan perairan tersebut. Pencemaran ini diakibatkan oleh aktifitas – aktifitas manusia yang berpotensi menyumbangkan logam berat ke dalam daerah teluk.

Adanya aktifitas manusia maupun akibat alami yang berupa pemukiman, pelabuhan, doking kapal, PLTD, Perusahaan Ikan Nusantara dan adanya masukan dari sungai tentunya akan menjadi beban bagi ekosistem lamun di Teluk Ambon tersebut. Buangan dari aktifitas manusia tersebut cenderung mengandung bahan – bahan beracun, terutama logam berat Pb (timbal). Yang selanjutnya akan berdampak pada ekosistem pesisir, yang mana juga mengindikasikan perubahan pada komunitas lamun yang ada. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1. Bagan Alir Hubungan Aktifitas Manusia dengan Lamun.

Pulau Ambon khususnya di Teluk Ambon merupakan salah satu daerah yang mempunyai ekosistem lamun. Lamun memiliki fungsi ekologis yang sangat penting,

diantaranya sebagai produsen primer, habitat biota perairan dan memberikan kontribusi pada peningkatan hasil penangkapan serta penangkap sedimen sehingga dapat mencegah erosi. Lamun juga dapat dijadikan bioindikator pencemaran.

Mengingat padang lamun mampu mengabsorbsi dan mengakumulasi logam berat, maka perlu diteliti seberapa besar kandungan logam berat pada lamun di pesisir Teluk Ambon, sehingga dapat mengetahui sejauh mana beban pencemaran pada ekosistem lamun di daerah tersebut. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini sehingga nantinya diharapkan dapat menjadi kontribusi bagi daerah setempat, yang selanjutnya dapat dijadikan bahan acuan dalam upaya pengelolaan lamun melalui pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu dan berkelanjutan.



Gambar 1. Bagan Alir Hubungan Aktifitas Manusia dengan Lamun

Keterangan:
 —————> : berpengaruh langsung
> : umpan balik

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat Pb^+ dengan indikator lamun *Enhalus acoroides* di pesisir Teluk Ambon.

Tujuan penelitian ini adalah:

- untuk mengetahui kandungan logam berat Pb^+ pada tumbuhan lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut pada lingkungan perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon.
- untuk mengetahui hubungan kandungan logam berat Pb^+ pada lamun dengan kandungan logam berat Pb^+ pada air laut dan sedimen.

1.4 Kegunaan

Kegunaan Praktek Kerja Lapang ini antara lain:

- Bagi Mahasiswa dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman dalam penelitian mengenai kandungan logam berat Pb^+ pada lamun, air laut, dan sedimen.
- Bagi Perguruan Tinggi, peneliti (lembaga ilmiah) dan pihak – pihak yang berkepentingan sebagai bahan informasi khususnya logam berat Pb^+ dan tumbuhan lamun.
- Bagi Pemerintah lokal maupun nasional sebagai bahan informasi tentang kandungan logam berat Pb^+ pada lamun, air laut dan sedimen, khususnya di Teluk Ambon sehingga dapat dijadikan salah satu acuan dalam pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu.

1.5 Hipotesis

H_0 : diduga tidak ada perbedaan Pb^+ di stasiun I dan II.

H_1 : diduga ada perbedaan Pb^+ di stasiun I dan II.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Pesisir Teluk Ambon tepatnya di pesisir Desa Galala dan Desa Latta Kota Ambon Propinsi Maluku, di Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Maluku dan Laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September dan Oktober 2010 selama 2 minggu dengan selang waktu seminggu sekali.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi dan Batasan Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, 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 oleh proses – proses alam yang terjadi di pesisir (Soegiharto (1976) *dalam* Dahuri, *et al.*, (2001).

Wilayah pesisir dan lautan Indonesia mempunyai kegunaan dan manfaat yang sangat besar bagi hidup dan kehidupan masyarakat Indonesia maupun masyarakat dunia. Tingginya keanekaragaman hayati di laut dapat merefleksikan potensi ekonomi perairan pesisir dan lautan tersebut, dalam artian bahwa semakin tinggi keanekaragaman hayati yang terkandung, semakin besar potensi yang dapat dikembangkan. Keanekaragaman hayati pesisir dan lautan diantaranya berguna sebagai sumber plasma nutfah, sumber pangan, bahan baku industri farmasi dan kosmetik, penyedia jasa – jasa lingkungan laut, serta sebagai pendukung untuk pengembangan kawasan industri dan pariwisata (Dahuri, 2003).

Ekosistem pesisir merupakan ekosistem yang dinamis dan mempunyai kekayaan yang beragam. Selain mempunyai potensi yang besar, wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang paling mudah terkena dampak kegiatan manusia kegiatan pembangunan. Menurut LIPI (2008), beberapa hal yang dapat mempengaruhi lingkungan pesisir antara lain penambahan jumlah penduduk, aktifitas kegiatan manusia, pencemaran industri, sedimentasi, dan overeksploitasi sumberdaya alam.

2.2 Tumbuhan Lamun

2.2.1 Morfologi Tumbuhan Lamun

Lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan berbunga (*angiospermae*) yang dapat tumbuh baik dalam lingkungan laut dangkal (Wood *et al*, 1969 dalam Azkab, 1999). Semua lamun adalah tumbuhan berbiji satu (*monokotil*) yang mempunyai akar rimpang (*rhizoma*) daun bunga dan buah seperti halnya dengan tumbuhan berpembuluh yang tumbuh di darat (Tomlinson, 1974 dalam Azkab, 1999). Menurut Azkab (1999), ada 50 jenis yang ditemukan di dunia yang tumbuh pada perairan laut dangkal yang berdasar lumpur atau pasir. Lamun ini terdiri dari dua suku (famili) yaitu suku Potamogetonacea (9 marga, 35 jenis) dan suku Hydrochoraticea (3 marga, 15 jenis) 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*, *Thalassodendron ciliatum*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Thalassia hemprichii*, dan *Enhalus acoroides*.

Klasifikasi lamun menurut den Hartog (1970) dan Menez, Phillips, dan Calumpong (1983) dalam Naskleng (2008) adalah sebagai berikut :

Divisi	: Anthophyta
Kelas	: Angiospermae
Famili	: Potamogetonacea
Subfamili	: Zosterioideae
Genus	: <i>Zostera</i>
	<i>Phyllospadix</i>
	<i>Heterozostera</i>

Divisi	: Anthophyta
Kelas	: Angiospermae
Famili	: Potamogetonacea
Subfamili	: Posidonioideae
Genus	: <i>Posidonia</i>

Divisi	: Anthophyta
Kelas	: Angiospermae
Famili	: Potamogetonacea
Subfamili	: Cymodoceoideae
Genus	: <i>Halodule</i>
	<i>Cymodoceae</i>
	<i>Syringodium</i>
	<i>Amphibolis</i>
	<i>Thalassodendron</i>

Menurut Wibisono (2005), di seluruh dunia diperkirakan terdapat lebih dari 50 jenis lamun yang mampu hidup di lingkungan terendam air yang bersifat saline. Walaupun dari namanya yang menyebutkan sebagai rumput laut namun tanaman berbunga yang termasuk golongan monokotiledon ini tidak ada hubungannya dengan tanaman rumput yang biasa dikenal di daratan walaupun sama – sama berakar rimpang. Berbeda dengan terumbu karang yang memerlukan substrat yang keras untuk tempat tumbuhnya, maka pada tanaman rumput laut memerlukan substrat yang bersifat agak berpasir (*sandy*). Bila sedimen di habitat rumput laut dianalisis, maka umumnya di bagian tengah areal padang lamun tersebut akan ditemukan (*unconsolidated sediment*), dengan butiran yang paling halus (*fine grain*) yang terdiri dari *silt*, *clay*, dan *sand* serta ketebalan sedimen yang cukup tebal. Sedimen di areal tengah padang lamun tersebut pada umumnya juga terdapat bahan organik (*total organic matter*) dengan kandungan tertinggi dibandingkan dengan kandungan di areal sekitarnya maupun di pinggir (perifer).

Kebanyakan spesies lamun mempunyai morfologi luar yang hampir serupa. Mereka memiliki daun – daun panjang, tipis, dan mirip dengan pita (kecuali

halophila) yang mempunyai saluran – saluran air, serta bentuk pertumbuhan yang monopodial yaitu pertumbuhan yang hanya terdiri dari satu cabang pada setiap individunya. Namun masing – masing jenis memiliki karakteristik yang berbeda – beda. Perbedaan ini bertujuan untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan pesisir. Pengaruh gelombang, sedimentasi, pemanasan air, pergantian pasang surut, dan curah hujan merupakan sifat lingkungan pesisir yang harus dihadapi dengan gigih oleh tumbuhan lamun (Nybakken, 1988).

Dijelaskan oleh Dahuri (2003) bahwa tumbuhan ini mempunyai beberapa sifat yang memungkinkannya hidup di lingkungan laut, yaitu (1) mampu hidup di media air asin; (2) mampu berfungsi normal dalam keadaan terbenam; (3) mempunyai sistem perakaran jangkar yang berkembang biak; dan (4) mampu melaksanakan penyerbukan dan daur generatif dalam keadaan terbenam. Pertumbuhan lamun diduga sangat dipengaruhi oleh faktor – faktor internal seperti kondisi fisiologis dan metabolisme, serta faktor eksternal seperti zat – zat hara dan tingkat kesuburan perairan.

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2005), 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. Dahuri *et al* (2001) menambahkan bahwa syarat dasar habitat padang lamun adalah perairan yang dangkal, memiliki substrat yang lunak dan perairan yang cerah dan transparan. Di beberapa daerah padang lamun dapat tumbuh, namun tidak dapat berkembang biak dengan baik karena tidak terlindung pada saat air surut. Lamun membutuhkan intensitas cahaya cukup tinggi, sehingga tidak dapat tumbuh pada kedalaman lebih dari 20 meter, kecuali perairan tersebut sangat jernih dan tampak transparan.

Penyebaran padang lamun di Indonesia mencakup perairan Jawa, Sumatera, Bali, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, dan Irian Jaya. Spesies dominan dan dijumpai hampir di seluruh Indonesia adalah *Thalassia hemprichii*. Keanekaragaman hayati ekosistem lamun paling tinggi dapat dijumpai di perairan Teluk Flores dan Lombok (Dahuri, 2003).

Menurut Kiswara (1992), beberapa ciri dari jenis lamun *Enhalus acoroides* yang ditemukan antara lain: *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 antara 1,2-2,0 cm. Buah dijumpai pada bulan Juli dan bunga tidak ditemukan. Di rataan terumbu Pulau Pari *Enhalus acoroides* tumbuh pada dasar lumpur, pasir dan pasir berkorala yang selalu tergenang air. Tumbuhnya berpencah 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 meter, pada dasar pasir, pasir berlumpur atau lumpur. Vegetasi umumnya sangat melimpah, kelimpahannya rendah bila tumbuh di daerah pasang surut. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2. berikut ini.



Gambar 2. Lamun *Enhalus acoroides* (Sumber: Qisthy (2010))

2.2.2 Peranan Tumbuhan Lamun

Komunitas lamun mempunyai banyak peranan penting dalam ekosistem pesisir, terutama pesisir laut dangkal. Peranan tersebut antara lain:

1. Sebagai produsen primer perairan

Lamun mempunyai tingkat produktivitas primer yang tertinggi bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya yang ada di laut dangkal (Azkab, 1999). Produktivitas primer komunitas lamun mencapai 1 kg C/m²/tahun. Namun demikian menurut Kirman dan Reid (1979) dalam Supriharyono (2002), dari jumlah tersebut hanya 3% yang dimanfaatkan oleh herbivora, 37% tenggelam ke perairan dan dimanfaatkan oleh benthos dan 12% mengapung di permukaan dan hilang dari ekosistem. Padang lamun mendukung kehidupan biota yang cukup beragam dan berhubungan satu sama lain.

Azkab (2000), lamun memfiksasi karbon – karbon organik dan sebagian besarnya memasuki rantai makanan dan sisanya terdekomposisi berupa serasah. Produktivitas lamun yang tidak habis dimanfaatkan pada ekosistem lamun diperkirakan akan masuk ke ekosistem terumbu karang sehingga dapat membantu meningkatkan produktivitas terumbu karang dimana efeknya akan meningkatkan kelimpahan fitoplankton yang berguna sebagai pakan alami bagi komunitas ikan yang berada pada ekosistem terumbu karang.

2. Sebagai habitat biota

Lamun memberikan tempat perlindungan dan tempat menempel berbagai hewan dan tumbuh-tumbuhan (alga). Disamping itu, padang lamun (seagrass beds) dapat juga sebagai daerah asuhan, padang penggembalaan dan makan dari berbagai jenis ikan herbivora dan ikan – ikan karang (coral fishes) (Syafitrianto, 2008).

3. Sebagai penangkap sedimen

Arus yang cepat dapat diredam oleh adanya daun – daun lamun yang saling berkoloni membentuk padang yang sangat lebat sehingga perairan yang ada di sekitar padang lamun memiliki arus yang relatif tenang. Selain itu akar dan rimpang dari tumbuhan lamun dapat menangkap dan menahan serta mengikat sedimen sehingga sedimen dapat lebih kuat dan stabil, sehingga seringkali dikatakan bahwa padang lamun dapat berfungsi untuk mencegah erosi dasar laut (Azkab, 1999).

4. Sebagai pendaur unsur hara

Hubungan kimiawi antara lamun dengan alga epifitik memang baru diteliti beberapa tahun terakhir ini. Beberapa jenis alga hijau biru yang bersifat epifitik pada *Thalassia*, memfiksasi nitrogen dan menyebabkan nitrat yang terlarut mendapat jalan masuk ke inangnya (Azkab, 2000).

5. Bioindikator Pencemaran

Menurut Hutagalung (1991), lamun juga dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran karena memenuhi syarat – syarat antara lain: dapat mengakumulasi bahan cemaran (tanpa ia 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.

Selanjutnya dikatakan Philips & Menez (1988) dalam Syafitrianto (2008), lamun juga sebagai komoditi yang sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat baik secara tradisional maupun secara modern. Secara tradisional lamun telah dimanfaatkan untuk kompos dan pupuk, cerutu dan mainan anak-anak, dianyam menjadi keranjang, tumpukan untuk pematang, mengisi kasur, ada yang dimakan, dibuat jaring ikan. Zaman modern ini, lamun telah dimanfaatkan untuk: penyaring limbah, stabilisator pantai, bahan untuk pabrik kertas, makanan, obat – obatan, dan sumber bahan kimia.

2.3 Pencemaran Pesisir oleh Logam Berat

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) memacu terjadinya pencemaran lingkungan baik pencemaran air, tanah, dan udara. Pencemaran air yang diakibatkan oleh dampak perkembangan industri harus dapat dikendalikan, karena bila tidak dilakukan sejak dini akan menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun alam sekitarnya. Salah satu hal perlu dilakukan dalam pengendalian dan pemantauan dampak lingkungan adalah melakukan analisis unsur – unsur, terutama Pb, Cu, dan Cd (Purnomo, 2009).

Umumnya wilayah pesisir merupakan daerah yang rentan terhadap pencemaran akibat kesalahan dalam pengelolaannya yang menjadikan kawasan ini sebagai tempat pembuangan segala macam limbah yang berasal dari daratan (LIPI, 2008). Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Logam berat merupakan unsur kimia yang pada akhir – akhir ini sangat ramai dibicarakan sebagai bahan penyebab pencemaran air.

Gejala kerusakan lingkungan yang mengancam kelestarian sumberdaya pesisir dan lautan di Indonesia antara lain: pencemaran, degradasi fisik habitat,

eksploitasi sumberdaya alam yang berlebihan, abrasi pantai, konservasi kawasan lindung menjadi peruntukkan pembangunan lainnya dan bencana alam. Sumber pencemaran perairan pesisir biasa terdiri dari limbah industri, limbah cair pemukiman (*sewage*), limbah cair perkotaan (*urban storm water*), pelayaran (*shipping*), pertanian, dan perikanan budidaya. Bahan – bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah tersebut berupa: sedimen, unsur hara, logam beracun, pestisida, organisme eksotik, organisme patogen, sampah dan bahan – bahan yang menyebabkan oksigen yang terlarut dalam air laut berkurang (*oxygen depleting substance*) (Permana, 2006).

Lautan telah lama dipandang sebagai tempat pembuangan sampah oleh manusia, seperti halnya dengan lingkungan hidup yang lain. Laut dapat tercemar oleh berbagai bahan pencemar yang berasal dari daerah sepanjang pantai atau dari laut itu sendiri. Berbagai bahan pencemar dapat terakumulasi dalam tubuh manusia melalui bahan makanan hasil laut yang telah tercemar. Salah satu bahan pencemar itu adalah logam berat. Bahan pencemar ini dapat membahayakan kehidupan manusia dalam jumlah tertentu (Edward, 1990).

Laut merupakan tempat pembuangan benda – benda asing dan pengendapan sisa – sisa yang diproduksi oleh manusia, juga dapat melarutkan dan menyebarkan bahan – bahan tersebut sehingga konsentrasinya menjadi menurun, tetapi pembuangan yang melebihi ambang batas akan memberikan dampak yakni pencemaran laut, maka di laut akan dijumpai berbagai jenis sampah dan bahan pencemar (Satwika, 2004). Menurut Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/I/1988 yang dimaksud dengan polusi atau pencemaran air dan udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air atau udara dan atau berubahnya tatanan (komposisi) air atau udara oleh

kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air atau udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air atau udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Pencemaran logam berat merupakan permasalahan yang sangat serius untuk ditangani, karena merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum. Sejak kasus merkuri di Minamata Jepang tahun 1953, pencemaran logam berat semakin sering terjadi dan semakin banyak dilaporkan. Diantaranya arsenik (As), timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd) (Purnomo, 2009). Menurut Sastrawijaya dan Tresna (1991), ditinjau dari sumbernya maka bahan pencemar perairan laut dapat digolongkan atas:

1. Bahan pencemar yang bersifat kimiawi, yang terdiri dari (a) bahan pencemar yang bersifat anorganik, contoh asam alkali dan logam – logam berat, (b) bahan pencemar yang bersifat organik, contoh pestisida, pupuk, minyak, limbah dari pabrik, makanan dan minuman.
2. Bahan pencemar yang bersifat biologis, seperti sampah domestik, sampah yang berasal dari industri pengolahan makanan kaleng, serta sampah dan limbah peternakan.
3. Bahan pencemar yang bersifat fisik, bersumber dari erosi dan sedimentasinya, limbah cair panas dari industri – industri (PLTU, PLTD), kapal laut, pabrik tekstil atau cat yang merubah warna perairan serta limbah yang telah membusuk yang menimbulkan bau.

Bryan (1976) dalam Supriharyono (2002) menambahkan bahwa 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 tiga sumber, yaitu:

1. Masukan dari pantai (*coastal supply*) yang berasal dari sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktivitas gelombang.
2. Masukan dari laut dalam (*deep sea supply*) meliputi logam – logam yang dibebaskan oleh aktivitas gunung berapi di laut yang dalam 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. Menurut Rochyatun dan Rozak (2007), proses industrilisasi tidak dapat melepaskan diri dari efek negatif yang ditimbulkan. Adanya bahan sisa industri baik yang terbentuk padat maupun cair berpengaruh terhadap lingkungan sekitarnya. Bilamana sisa – sisa tersebut dilepaskan ke perairan bebas, akan terjadi perubahan nilai dari perairan itu baik kualitas maupun kuantitas sehingga perairan dapat dianggap tercemar.

Keberadaan kadar logam berat yang terlarut baik pada air laut, sedimen maupun organisme sangat tergantung pada baik buruknya kondisi perairan tersebut. Semakin tinggi aktivitas yang terjadi di sekitar perairan baik di darat maupun areal pantainya maka kadar logam berat dapat meningkat pula (Anggraini, 2007). Ditambahkan pula oleh Satwika (2004) bahwa dengan semakin meningkatnya perkembangan sektor industri dan transportasi baik industri minyak dan gas bumi, pertanian, industri kimia, industri logam dasar, industri jasa, dan aktivitas manusia lainnya maka semakin meningkat pula tingkat pencemaran pada lingkungan perairan terutama laut.

Buangan limbah industri yang masuk ke dalam suatu perairan mengakibatkan terjadi proses pengendapan dalam sedimen. Hal ini menyebabkan konsentrasi bahan pencemar dalam sedimen meningkat. Logam

berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut (Purnomo, 2009). Pengendapan logam berat di suatu perairan terjadi karena adanya anion karbonat hidroksil dan klorida (Hutagalung, 1984). Lebih lanjut dikatakan pula oleh Hutagalung (1991) bahwa logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat di dalam sedimen lebih tinggi dibanding di dalam air.

Odum (1971) membagi zat pencemar menjadi dua kelompok yaitu:

1. Zat pencemar yang tahan urai (*non biodegradable pollutants*). Misalnya senyawa logam berat, sianida, garam – garam merkuri, fenol, pestisida (DDT). Senyawa – senyawa tersebut sukar terurai atau terurai secara lambat. Zat pencemar ini selain sukar terurai juga dapat terakumulasi melalui rantai makanan dan dalam siklus biogeokimia.

2. Zat pencemar yang mudah terurai (*biodegradable pollutants*). Misalnya sampah – sampah dari rumah tangga yang dapat dengan mudah membusuk oleh proses – proses alamiah.

Connel dan Miller (1995) dalam Purnomo (2009), keberadaan logam berat dalam lingkungan berasal dari dua sumber. Pertama dari proses alamiah seperti pelapukan secara kimiawi dan kegiatan geokimiawi serta dari tumbuhan dan hewan yang membusuk. Kedua dari hasil aktiitas manusia terutama hasil limbah industri. Wilson (1988) dalam Purnomo (2009), dalam neraca global sumber yang berasal dari alam sangat sedikit dibandingkan pembuangan limbah akhir di laut. Dijelaskan oleh Palar (1994), logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria – kriteria yang sama dengan logam lain. Perbedaanya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke

dalam organisme hidup. Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek – efek khusus pada makhluk hidup.

Logam berat merupakan salah satu limbah industri yang menyebabkan pencemaran. Menurut Marganof (2003), adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap organisme maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat – sifat logam berat yaitu sulit didegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan), dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengonsumsi organisme tersebut. Mulyanto (1992) menjelaskan, sifat logam berat antara lain sulit terurai, beracun, dan cenderung terakumulasi dalam tubuh organisme. Daya racun logam berat dipengaruhi oleh:

1. Bentuk logam, berupa ion, organik atau anorganik.
2. Ada tidaknya logam lain (sifat sinergis atau sifat antagonis).
3. Faktor lingkungan yang mempengaruhi fisiologis organisme seperti suhu, pH, oksigen terlarut, cahaya, dan salinitas.
4. Organisme, yaitu siklus hidup, makanan, aktivitas, alat tambahan (misal pelindung berupa shell atau alat pernapasan) dan adaptasi terhadap logam itu sendiri.

Rochyatun dan Rozak (2007) menyatakan faktor lingkungan perairan seperti pH, kesadahan, temperatur, dan salinitas juga mempengaruhi daya racun logam berat. Penurunan pH air akan menyebabkan daya racun logam berat semakin besar. Kesadahan yang tinggi dapat mempengaruhi daya racun logam berat, karena logam berat dalam air yang berkesadahan tinggi akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam dasar perairan.

Logam – logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan di perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua organisme perairan berbeda. Namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya mata rantai kehidupan di perairan tersebut. Tingkat selanjutnya keadaan tersebut akan menghancurkan ekosistem perairan tersebut (Palar, 1994).

2.4 Logam Berat 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). Menurut aturan penulisan ilmiah, timbal disimbolkan dengan “Pb” yang merupakan logam lunak berwarna kebiruan atau kelabu keperakan, lazim terdapat pada kandungan endapan sulfat yang bercampur dengan mineral lainnya terutama seng dan tembaga (Sunu, 2001). Timbal Pb merupakan salah satu logam berat beracun bagi organisme, meskipun dalam konsentrasi yang rendah. Sedangkan bagi kehidupan organisme logam ini tidak bermanfaat bahkan sangat berbahaya karena dapat terakumulasi dalam tulang belakang manusia (Fardiaz, 1992). Selain itu Suhendrayatna (2001) dalam Irmanika (2007), Pb secara praktis dapat dideteksi pada seluruh benda mati di lingkungan dan pada seluruh sistem biologis.

Palar (1994) menjelaskan bahwa timbal (Pb) dan persenyawaannya dapat berada dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb

di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang masuk ke badan perairan. Timbal yang masuk ke badan perairan sebagai dampak dari aktivitas manusia ada bermacam – macam bentuk. Diantaranya adalah limbah industri, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Buangan – buangan tersebut akan jatuh pada jalur – jalur perairan seperti anak – anak sungai yang kemudian terakumulasi di lautan.

Menurut Effendi (2003), lead atau timbal atau timah hitam (Pb) pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Suhendrayatna (2003) dalam Hidayat (2003), timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang diketahui juga beracun bagi makhluk hidup termasuk manusia. Timbal di dalam sistem perairan terdapat dalam bentuk kompleks, dengan gugus organik membentuk larutan koloidal atau dalam bentuk ion Pb^{++} dan $PbCl^+$. Sumber utama timbal berasal dari gugus alkil timbal yang digunakan sebagai bahan *additive* bensin. Komponen ini beracun terhadap seluruh aspek kehidupan. Timbal menunjukkan beracun pada sistem syaraf, *hemetologik*, *hemetoxic* dan mempengaruhi kerja ginjal. Mobilitas timbal di tanah dan tumbuhan cenderung lambat dengan kadar normalnya pada tumbuhan berkisar 0,5 – 3 ppm.

Menurut Fardiaz (1992), polusi Pb dapat terjadi di udara, air maupun tanah. Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat – sifatnya sebagai berikut.

1. timbal mempunyai titik cair rendah sehingga digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.

2. timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
3. sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
4. timbal dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan timbal yang murni.
5. densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri.

Sumber timbal menurut Hidayat (2003) salah satunya adalah peralatan dapur, khususnya yang digunakan untuk memasak dan menyajikan makanan. Timbal yang terdapat pada lapisan gelas yang terbuat dari keramik Cina, porselen atau tanah liat dapat larut oleh makanan yang bersifat asam. Air minum yang disalurkan lewat pipa timbal akan tinggi kandungannya bila masih menggunakan teknologi pematrian dengan timbal. Selain itu Fardiaz (1992) menambahkan sebagian lagi timbal berasal dari limbah buangan industri baterai, amunisi, bahan pelindung kawat, bahan pewarna dan hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Sedangkan penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpan untuk mobil, produk – produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, solder, bahan kimia, pewarna cat dan sebagai campuran dalam pembuatan pelapis keramik (glaze). Pendapat lainnya mengenai sumber timbal juga dijelaskan oleh Sugiharto (1987) limbah timbal dapat berasal dari minyak dan menurut Darmono (2001) Pb dapat berasal dari pembakaran sampah dan minyak, ditambahkan lagi oleh Palar (1994) persenyawaan yang terbentuk antara Pb dengan arsenat dapat digunakan sebagai insektisida, serta Kristanto (2002) penggunaan timbal terbesar adalah

dalam produksi baterai untuk mobil, dimana digunakan timbal metalik dan komponen – komponennya.

Satwika (2004) menjelaskan meskipun daya racun Pb lebih rendah dibandingkan Hg dan Cd tetapi Pb bersifat kronis dan kumulatif. Keracunan Pb ditandai dengan rasa terbakarnya mulut, terjadinya perangsangan gastrointestinal dan diare, sedangkan gejala keracunan kronis ditandai dengan rasa mual, anemia, sakit di sekitar mulut dan dapat menyebabkan kelumpuhan.

Menurut *Public Health Service* di Amerika Serikat bahwa sumber – sumber alami untuk masyarakat tidak boleh mengandung Pb lebih dari 0,05 ppm, sedangkan WHO menetapkan batas – batas Pb pada air sebesar 0,1 ppm (Fardiaz, 1992). Wahyuni (2001), badan perairan yang telah kemasukan ion – ion Pb, sehingga jumlah Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi semestinya dapat mengakibatkan kematian bagi organisme perairan tersebut. Konsentrasi Pb mencapai 188 ppm dapat membunuh ikan – ikan. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004, baku mutu logam berat untuk air laut < 0,008 ppm. Standar baku mutu logam berat untuk sedimen berdasarkan Fajri (2002) dalam Anggraini (2007) sebesar 70 ppm. Sedangkan standar baku mutu logam berat untuk biota konsumsi dari Surat Keputusan Direktorat Jendral Pengawasan Obat Makanan Departemen Kesehatan Republik Indonesia Nomor.03725/B/SK/1989 dalam Anggraini (2007) sebesar 2 ppm.

Adapun dampak negatif logam berat bagi manusia seperti yang dijelaskan Purnomo (2009), antara lain: daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang enzim, sehingga proses metabolisme akan terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia, dimana jalur masuknya melalui kulit, pernapasan dan pencernaan. Selain itu juga, jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar dan waktu

yang lama dapat menyebabkan gangguan sintesis hemoglobin darah dalam peredaran darah dan otak, gangguan neurology, gangguan pada ginjal, sistem reproduksi, penyakit akut atau kronik sistem syaraf dan gangguan fungsi pada paru – paru, serta menurunkan tingkat IQ pada anak kecil jika terdapat 10-20 μ gr/dl dalam darah.

2.5 Akumulasi Logam Berat oleh Organisme Perairan

Menurut Mulyanto (1992), absorpsi logam berat dapat dilakukan oleh oleh organisme melalui proses biologi. Hal ini disebabkan kemampuan beberapa logam berat membentuk kompleks dengan bahan organik, sehingga terdapat kecenderungan terikat dalam jaringan. Hutagalung (1984) mengatakan bahwa logam berat dapat masuk dalam jaringan tubuh organisme air melalui rantai makanan, insang, dan difusi melalui permukaan kulit. Sedangkan pengeluaran logam berat dari tubuh organisme laut dilakukan melalui isi perut dan urine (Bryan, 1971 *dalam* Wahyuni, 2001).

Air laut adalah suatu komponen yang berinteraksi dengan lingkungan daratan, dimana buangan limbah dari daratan akan bermuara ke laut. Selain itu dari air laut juga sebagai tempat pembuangan polutan yang jatuh dari atmosfer. Limbah tersebut yang mengandung polutan kemudian masuk ke dalam ekosistem perairan pantai dan laut. Sebagian larut dalam air, sebagian tenggelam ke dasar dan terkonsentrasi ke sedimen, dan sebagian masuk ke dalam jaringan tubuh organisme laut (termasuk fitoplankton, ikan, udang, cumi – cumi, kerang, rumput laut dan lain – lain). Kemudian polutan tersebut yang masuk ke air diserap langsung oleh fitoplankton, dimana ia sebagai level pertama dalam rantai makanan, kemudian fitoplankton dimakan oleh zooplankton. Konsentrasi polutan dalam zooplankton lebih tinggi dibanding dalam tubuh fitoplankton karena zooplankton memangsa fitoplankton.

Fitoplankton dan zooplankton dimangsa oleh ikan – ikan planktivores sebagai trofik level kedua. Ikan planktivores dimangsa oleh ikan karnivores sebagai trofik level ketiga. Selanjutnya dimangsa oleh ikan predator sebagai trofik level tertinggi. Ikan predator dan ikan berumur panjang mengandung konsentrasi polutan dalam tubuhnya paling tinggi di antara seluruh organisme laut. Kerang juga mengandung logam berat yang tinggi karena cara makannya dengan menyaring air masuk ke dalam insangnya setiap saat dan fitoplankton ikut tertelan. Polutan ikut masuk ke dalam tubuhnya dan terakumulasi terus – menerus dan bahkan bisa melebihi konsentrasi yang ada di air. Polutan tersebut mengikuti rantai makanan mulai dari fitoplankton sampai ikan predator dan pada akhirnya sampai ke manusia. Bila polutan ini berada dalam jaringan tubuh organisme laut tersebut dalam konsentrasi yang tinggi, kemudian dijadikan sebagai bahan makanan maka akan berbahaya bagi kesehatan manusia (Purnomo, 2009).

2.6 Dampak dan Penanggulangan Pencemaran Logam Berat

Menurut Purnomo (2009), upaya penanganan pencemaran logam berat sebenarnya dapat dilakukan dengan menggunakan proses kimiawi. Seperti penambahan senyawa kimia tertentu untuk proses pemisahan logam berat atau dengan resin penukar ion, serta beberapa metode lainnya seperti penyerapan menggunakan karbon aktif, *electrodialysis* dan *reverse osmosis*. Namun, proses ini relatif mahal dan cenderung menimbulkan permasalahan baru, yaitu akumulasi senyawa tersebut dalam sedimen dan organisme akuatik. Penanganan logam berat dengan mikroorganisme atau mikroba dikenal dengan bioakumulasi, bioremediasi atau bioremoval menjadi alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat keracunan elemen logam berat di lingkungan perairan tersebut. Metode atau teknologi ini sangat menarik untuk

dikembangkan dan diterapkan, karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan proses kimiawi.

Organisme – organisme yang mampu mengakumulasi logam berat di perairan, antara lain:

1. Menurut Purnomo (2009), organisme selular sianobakteria merupakan organisme yang termasuk kelompok mikroalga atau ganggang mikro. Di alam organisme ini tersebar luas baik di perairan tawar maupun lautan. Umumnya penyerapan ion logam berat oleh organisme ini terdiri atas dua mekanisme yang melibatkan proses aktif *uptake* (biosorpsi) dan pasif *uptake* (bioakumulasi).

2. Menurut Hidayat (2003), mangrove selain mempunyai fungsi ekologis yang besar dalam kehidupan ikan juga dalam batas – batas tertentu mempunyai peranan sebagai penangkap dan penyerap polutan. Sebagai contoh pohon api – api (*Avicennia marina*) yang memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat yang tinggi. Mangrove ini memiliki sistem penanggulangan materi toksik lain diantaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (difusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut.

2.7 Parameter Kualitas Air

2.7.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Menurut Effendi (2003), 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. Suhu sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai pertumbuhannya. Cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mengalami penyerapan dan perubahan

menjadi energi panas. Proses penyerapan ini berlangsung secara intensif pada lapisan atas sehingga memiliki suhu yang lebih tinggi daripada lapisan bawah.

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 (Nontji, 2002). Lamun yang hidup di daerah tropis umumnya tumbuh pada daerah dengan kisaran suhu 20-30 °C, sedangkan suhu optimumnya adalah 28-30 °C (Zieman, 1975 dalam Supriharyono, 2002). Ditambahkan oleh Dahuri, *et al.* (2001) bahwa proses fotosintesis akan menurun tajam bila suhu perairan berada di luar kisaran tersebut.

b. Salinitas

Salinitas didefinisikan sebagai berat zat padat terlarut dalam gram per kilogram air laut. Secara umum diartikan sebagai kandungan garam dari suatu perairan yang dinyatakan dalam permil (‰). Biasanya kisaran salinitas air laut berada antara 0-40 ‰, yang berarti bahwa kandungan garam dalam perairan adalah 0-40 gram per kilogram air laut (Romimohtarto dan Juwana, 2001). Nilai salinitas pada perairan pesisir sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Secara umum salinitas permukaan perairan Indonesia berkisar antara 32-34 ‰ (Nontji, 2002).

Lamun biasanya memiliki toleransi yang tinggi terhadap perubahan salinitas, akan tetapi lamun dapat tumbuh secara normal pada salinitas antara 15-55 ‰. Dahuri, *et al.* (2001) menambahkan bahwa kisaran salinitas yang optimal untuk pertumbuhan lamun adalah 35 ‰, sedangkan menurut Supriharyono (2002), untuk fase pertumbuhan dan perkembangan lamun salinitas yang optimal adalah 25 – 35 ‰. Kemampuan lamun hidup pada salinitas rendah sering dimanfaatkan untuk mengetahui tingkat pencemaran laut

oleh limbah yang berasal dari daratan (air tawar). Penggunaan wilayah pantai untuk berbagai aktivitas masyarakat memberi kontribusi pencemaran bagi ekosistem pesisir yang diindikasikan dengan melimpahnya jenis lamun tertentu di tepi pantai.

2.7.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

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). Menurut Effendi (2003), pH juga berkaitan dengan karbon dioksida dan alkalinitas, $\text{pH} < 5$ alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH maka semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbon dioksida bebas. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir pada pH rendah.

b. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen adalah gas tak berbau, tak berasa, dan hanya sedikit larut dalam air. Kadar oksigen terlarut dapat dijadikan ukuran untuk menentukan kualitas air. Kehidupan di air dapat bertahan jika terdapat oksigen terlarut minimal sebanyak 5 ppm (5 *part per million* atau 5 mg oksigen untuk setiap liter air). Selbihnya bergantung kepada ketahanan organisme, derajat keaktifannya, kehadiran bahan pencemar, suhu air, dan sebagainya. Oksigen terlarut dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman air dan dari atmosfer (udara) yang masuk ke dalam air dengan kecepatan tertentu. Konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh bervariasi tergantung dari suhu dan tekanan atmosfer. Semakin tinggi suhu air, semakin rendah tingkat kejenuhan (Kristanto, 2002).

2.7.3 Parameter Lingkungan Lainnya

a. Pasang Surut

Menurut Dahuri, *et al.* (2001) pasang surut atau pasut adalah proses naik turunnya muka laut secara hampir periodik karena gaya tarik menarik 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. Nontji (2002), Di Perairan Indonesia beberapa contoh dapat diberikan misalnya Tanjung Priok (Jakarta) kisarannya hanya 1 meter, Ambon sekitar 2 meter, Bagan Siapi-api sekitar 4 meter, sedangkan yang tertinggi di muara Sungai Digul dan Selat Muli didekatnya (Irian Jaya bagian selatan) kisarannya pasang surutnya cukup tinggi, bisa mencapai sekitar 7-8 meter.

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2005), pasang surut (pasut) merupakan salah satu gejala laut yang besar pengaruhnya terhadap kehidupan biota laut, khususnya di wilayah pantai. Pasang surut yang terjadi di bumi tidak hanya dipengaruhi oleh bulan dan matahari. Ada faktor – faktor lain yang memperumit keadaan pasang surut di bumi. Faktor – faktor yang perlu diperhatikan adalah:

- a) Tingkah laku gerakan air.
- b) Kecondongan bulan dan matahari yang berubah – ubah mengakibatkan perbedaan tingginya paras air pada saat pasang di saat siang dan malam hari. Kecondongan luar biasa menyebabkan terjadinya ketidaksamaan jarak waktu, baik antara air pasang dan air surut berikutnya maupun antara air surut dan air pasang berikutnya.
- c) Berubah – ubahnya jarak antara bulan dan bumi selama perputaran bulan mengelilingi bumi menyebabkan gaya traktifnya berubah – ubah juga.

- d) Berubah – ubahnya jarak antara bulan dan bumi selama bumi mengelilingi matahari juga menyebabkan berubah – ubahnya gaya traktif matahari.
- e) Susunan dan letak antara daratan dan lautan.
- f) Angin keras yang menuju pantai yang biasa terjadi dapat menimbun massa air ke pantai dan dapat menambah tingginya paras air saat pasang atau rendahnya paras air saat surut, yang biasa terjadi.
- g) Perbedaan tinggi rendahnya paras laut saat pasang dan surut berikutnya dinamakan amplitudo. Amplitudo berbeda – beda menurut letak daerahnya di permukaan bumi.
- h) Perbedaan paras laut antara pasang dan surut mengakibatkan terjadinya arus air yang dinamakan arus pasut. Arus pasut ini jika memasuki selat yang sempit akan menyebabkan penimbunan massa air sehingga menyebabkan paras laut lebih tinggi pada air pasang daripada biasanya.

b. Substrat

Padang lamun hidup pada berbagai macam tipe sediment, mulai dari lumpur sampai sedimen dasar yang terdiri dari 40 % endapan Lumpur dan *fnemud*. Kebutuhan substrat yang paling utama bagi pengembangan padang lamun adalah kedalaman sedimen yang cukup. Peranan kedalaman substrat dalam stabilitas sedimen mencakup 2 hal, yaitu pelindung tanaman dari arus air laut dan tempat pengolahan dan pemasok nutrisi (Dahuri, *et al.*, 2001).

c. Kecerahan

Kebutuhan padang lamun akan intensitas cahaya yang tinggi untuk membantu proses fotosintesis diperlihatkan dengan observasi dimana distribusinya terbatas pada perairan dengan kedalaman tidak lebih dari 10 meter. Beberapa aktifitas yang meningkatkan muatan sedimentasi pada badan air akan berakibat pada tingginya turbiditas residu sehingga berpotensi untuk mengurangi

penetrasi cahaya. Hal ini dapat mengganggu produktivitas primer dari ekosistem padang lamun (Dahuri, *et al.*, 2001).

d. Kecepatan arus perairan

Arus laut permukaan merupakan pencerminan langsung dari pola angin yang bertiup pada waktu itu. Jadi arus permukaan ini digerakkan oleh angin. Air di lapisan bawahnya ikut terbawa. Ini karena adanya gaya Coriolis, yakni gaya yang diakibatkan oleh perputaran bumi (Romimohtarto dan Juwana, 2005).

Arus laut adalah gerakan massa air laut ke arah horizontal dalam skala besar. Arus di laut dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi timbulnya arus yakni tiupan angin musim. Selain itu juga faktor suhu permukaan laut yang selalu berubah – ubah. Besar kecilnya kecepatan arus sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: kecepatan angin, tahanan dasar, gaya Coriolis, dan perbedaan densitas (Wibisono, 2005).

Produktivitas padang lamun tampak dari pengaruh keadaan kecepatan arus perairan. *Turtle grass* mempunyai kemampuan maksimal menghasilkan standing crop pada saat kecepatan arus sekitar 0,5m/detik. Dari beberapa contoh padang lamun menunjukkan produksi standing crop 262 gram berat kering/m² dimana produksi totalnya 4.570 berat kering/m² (Dahuri, *et al.*, 2001).

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah kandungan logam berat Pb^+ (timbal) yang terdapat pada lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut di padang lamun di pesisir Teluk Ambon. Selain itu, parameter kualitas air sebagai penunjang dalam penelitian ini, seperti parameter fisika yang meliputi suhu dan salinitas, dan parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO).

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian (pengambilan dan analisa sampel) dapat dilihat di Lampiran 3.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode survai. Menurut Moekijat (1994), metode survai adalah suatu metode ilmiah untuk mengumpulkan dan memeriksa data yang tepat dan seobjektif – objektifnya mengenai masalah tertentu dengan cara yang sistematis, kemudian menganalisis dan menafsirkan data tersebut untuk memperbaiki kondisi-kondisi yang telah ada. Menurut Rosenberg dan Galtung (1982), survai bertujuan untuk mempelajari hubungan antar variabel. Pemahaman tentang ada tidaknya hubungan antar variabel yang digunakan dalam penelitian adalah sangat penting.

3.3.1 Jenis Data

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini antara lain: data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer adalah sumber primer yang diambil secara langsung dari kegiatan atau objek yang diamati (Nazir, 2005). Data primer tersebut diperoleh dengan cara observasi dan wawancara.

1. Observasi

Observasi adalah pengamatan dan pencatatan sesuatu obyek dengan sistematika fenomena yang diselidiki. Observasi dapat dilakukan sesaat ataupun mungkin dapat diulang (Sukandarrumidi, 2002). Sebagai contoh dalam penelitian ini adalah data kandungan logam berat Pb yang terdapat di lamun, air laut dan sedimen serta kondisi kualitas air yang meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas.

2. Wawancara

Wawancara merupakan proses tanya jawab secara lisan (Sukandarrumidi, 2002). Sebagai contoh dalam penelitian ini adalah wawancara mengenai kondisi umum lokasi penelitian dan tata guna lahan di sekitarnya.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari literatur, laporan skripsi sebelumnya, serta data dari badan atau lembaga yang aktivitasnya mengumpulkan keterangan yang relevan dengan masalah (Nazir, 2005). Data sekunder pada laporan skripsi ini didapatkan dari studi literatur dan *browsing* internet guna melengkapi laporan skripsi. Contoh data sekunder dalam skripsi ini antara lain, definisi pesisir, faktor – faktor yang mempengaruhi pesisir, logam berat timbal, morfologi dan fungsi lamun.

3.3.2 Penentuan Lokasi Stasiun Pengamatan

Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan ekosistem pesisir dan aktivitas manusia di sekitar Teluk Ambon. Berdasarkan hal – hal tersebut, stasiun pengamatan ditetapkan menjadi dua lokasi pengamatan yaitu:

Stasiun I : Perairan pesisir Desa Galala, dimana dekat dengan pelabuhan feri, pemukiman penduduk, Perusahaan Perikanan Nusantara, doking kapal, dan PLTD serta adanya masukan dari Sungai Wairuhu.

Stasiun II : Perairan pesisir Desa Latta, dimana lokasi ini padat pemukiman penduduk dan dekat dengan lahan mangrove yang terdapat di perbatasan Desa Latta dan Desa Lateri.

Posisi lokasi stasiun I menurut Tanasale (2007) adalah $03^{\circ}39'85''$ LS - $03^{\circ}39'96,5''$ LS dan $128^{\circ}11'92,7''$ BT - $128^{\circ}11'99''$ BT. Sedangkan posisi lokasi stasiun II adalah $03^{\circ}39'060'$ LS - $03^{\circ}39'37'$ LS dan $128^{\circ}13'923'$ BT - $128^{\circ}13'41'$ BT, seperti dapat dilihat pada Lampiran 1.

Kedua stasiun ini mewakili pengaruh kegiatan manusia dan sumberdaya alam yang terdapat di pesisir Teluk Ambon terhadap komunitas lamun. Pengukuran kualitas air sebagai penunjang dilakukan sekali dalam sehari di tiap – tiap stasiun pengamatan. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengkomposit tumbuhan lamun, yaitu dengan mengambil 2 titik di tiap stasiun pengamatan secara acak.

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam pengamatan ini dilakukan di dua stasiun yang berbeda, yaitu stasiun I (Desa Galala) dan stasiun II (Desa Latta). Pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen serta pengukuran kualitas air dilakukan dalam satu waktu secara bersamaan. Waktu pengambilan sampel lamun,

air laut dan sedimen, serta pengukuran kualitas air tergantung waktu surutnya air laut. Jarak waktu pengamatan I dengan pengamatan II adalah satu minggu. Saat pengamatan I ketinggian air surut adalah $\pm 0,5$ meter. Saat pengamatan II ketinggian air surut adalah $\pm 0,8$ meter. Pengukuran kualitas air, antara lain: pengukuran suhu air dengan menggunakan termometer, pengukuran salinitas dengan refraktometer, pengukuran oksigen terlarut dengan menggunakan metode botol Winkler, dan pengukuran derajat keasaman menggunakan pH meter. Pengambilan sampel lamun *Enhalus acoroides* dilakukan di dua titik, baik di stasiun I maupun di stasiun II.

Jarak stasiun I dari garis pantai ± 300 meter. Substrat dasar di perairan stasiun I adalah pasir berlumpur. Di stasiun I, saat pengamatan pertama waktu pengambilan sampel dan pengukuran kualitas air antara pukul 11.00-11.30 WIT. Selang waktu satu minggu, saat pengamatan kedua waktu pengambilan sampel dan pengukuran kualitas air antara pukul 14.00-14.30 WIT. Jarak stasiun II dari garis pantai ± 250 meter. Substrat dasar di perairan stasiun II pasir dengan pecahan – pecahan karang. Di stasiun II, saat pengamatan pertama waktu pengambilan sampel dan pengukuran kualitas air antara pukul 11.30-12.00 WIT. Selang waktu satu minggu, saat pengamatan kedua waktu pengambilan sampel dan pengukuran kualitas air antara pukul 14.30-15.00 WIT.

3.3.4 Prosedur dan Analisa Sampel

a. Pengambilan dan Analisa Sampel Lamun *Enhalus acoroides*

1. Tahap Pengambilan Sampel Lamun *Enhalus acoroides* (Niewenhuize, 1985) dalam Kiswara (1992)

Metode pengambilan sampel lamun dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Mengambil sampel secara acak dari 2 titik di setiap stasiun kemudian dikompositkan yang mana sampel diambil dari padang lamun pada daerah pasang surut yang terbuka saat air terendah.
- 2) Mencuci sampel dengan air laut sampai bersih untuk menghilangkan sisa pasir, lumpur dan biota penempel pada tanaman lamun di tempat pengambilan tumbuhan lamun.
- 3) Mengumpulkan sampel lamun menjadi satu di kantong plastik.
- 4) Memisahkan bagian akar, batang dan daun tumbuhan lamun di laboratorium.
- 5) Mencuci lamun lagi dengan aquades dengan 3 kali pengulangan hingga bersih di laboratorium.
- 6) Mengeringkan tanaman lamun dengan oven suhu 80°C selama 24 jam.

2. Tahap Analisa Pb⁺ pada Tumbuhan Lamun *Enhalus acoroides*

Metode analisa logam berat (Pb⁺) pada sampel lamun *Enhalus acoroides* dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Menimbang contoh ± 2 gram ke dalam cawan porselen, lalu memanaskannya di dalam tanur pada suhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam kemudian didinginkan.
- 2) Menambahkan 5 cc larutan aquaregia, lalu memanaskannya di atas kompor sampai asat kemudian didinginkan.
- 3) Menambahkan 10 cc HNO₃ 2,5 N, lalu memanaskannya perlahan – lahan selama 5 menit.
- 4) Mendinginkannya, lalu menyaringnya ke labu 50 cc dan menambahkan aquades sampai tanda batas kemudian mengocoknya.

- 5) Membaca hasilnya menggunakan AAS merk Shimadzu tipe AA.6200 dengan memakai lampu katode Pb, lalu mencatat absorbansinya.
- 6) Menghitungnya dengan rumus:

$$\text{ppm} = \left(\frac{\frac{\text{Abs}}{\text{Pb}} \times 10}{\text{gr sampel} \times 10^6} \times 100\% \right) 10^4$$

b. Pengambilan dan Analisa Sampel Air Laut

1. Tahap Pengambilan Sampel Air Laut (Hutagalung, 1997)

Metode pengambilan sampel air laut dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Mengambil sampel air laut sesuai kebutuhan analisis logam berat (Pb), yaitu sekitar 1 liter dengan menggunakan botol polietilen, dimana sampel air laut diambil dengan menggunakan botol plastik pada perairan di stasiun pengambilan sampel lamun. Frekuensi pengambilan sampel air laut dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan sampel lamun.
- 2) Memasukkan sampel air laut ke dalam botol polietilen dan ditambahkan dengan pengawet.
- 3) Menutup rapat, diberi kertas label, dan dibungkus dengan plastik klip agar tidak dimasuki oleh benda lain.
- 4) Memasukkan ke dalam *Ice box* dan diberi es batu agar tidak terkontaminasi selama jangka waktu antara pengambilan dengan analisa sampel di laboratorium.

2. Tahap Analisa Logam Berat Pb^+ pada Sampel Air Laut

Metode analisa logam berat Pb^+ pada sampel air laut sebagai berikut :

- 1) Mengambil contoh air dengan pipet volume 50 cc dan memasukkannya ke dalam erlenmeyer 100 cc.

- 2) Menambahkan 5 cc aquaregia, lalu memanaskannya di atas kompor listrik sampai asat.
- 3) Mendinginkannya. Menambahkan 10 cc HNO₃ 2,5 N.
- 4) Kemudian memanaskannya sampai mendidih, lalu mendinginkannya.
- 5) Menyaringnya ke labu 50 cc dan menambahkan aquades sampai tanda batas, lalu mengocoknya sampai homogen.
- 6) Membacanya menggunakan AAS merk Shimadzu tipe AA.6200 dengan memakai lampu katode Pb, lalu mencatat absorbansinya.
- 7) Menghitungnya rumus:

$$\text{ppm} = \frac{\text{Abs}}{\text{Pb}}$$

c. Pengambilan dan Analisa Sampel Sedimen

1. Tahap Pengambilan Sampel Sedimen (Hutagalung, 1997)

Metode pengambilan sampel sedimen dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Mengambil sedimen dengan menggunakan kayu atau cetok
- 2) Memasukkan ke dalam botol polietilen
- 3) Menutup rapat dan diberi label
- 4) Memasukkan ke dalam plastik klip besar
- 5) Menyimpan di *Ice box* yang sudah diberi es batu agar tidak terkontaminasi selama jangka waktu pengambilan dan analisa sampel di laboratorium.

2. Tahap Analisa Logam Berat Pb⁺ pada Sampel Sedimen

Metode analisa logam berat pada sedimen dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Menimbang contoh ± 2 gram ke dalam erlenmeyer 100 cc.
- 2) Menambahkan 10 cc larutan aquaregia, lalu memanaskannya di atas kompor sampai asat.

- 3) Mendinginkannya. Kemudian menambahkan 10 cc HNO₃ 2,5 N, lalu memanaskannya perlahan – lahan selama 5 menit.
- 4) Mendinginkannya. Kemudian menyaringnya ke labu 50 cc dan menambahkan aquades sampai tanda batas, lalu mengocoknya.
- 5) Membacanya menggunakan AAS merk Shimadzu tipe AA.6200 dengan memakai lampu katode Pb, lalu mencatat absorbansinya.
- 6) Menghitungnya dengan rumus:

$$\text{ppm} = \left(\frac{\frac{\text{Abs}}{\text{Pb}} \times 10}{\text{gr sampel} \times 10^6} \times 100\% \right) 10^4$$

d. Pengukuran Parameter Kualitas Air

1. Suhu (Tim Limnologi, 2004)

Suhu diukur dengan menggunakan termometer Hg. Prosedur pengukuran suhu adalah sebagai berikut.

- 1) Memasukkan termometer Hg yang telah disiapkan ke perairan.
- 2) Membiarkan sampai beberapa saat.
- 3) Mencatat angka skala yang ditunjukkan oleh termometer dalam keadaan masih berada dalam perairan.

2. Salinitas (Tim Limnologi, 2004)

Salinitas diukur dengan menggunakan refraktometer. Prosedur pengukuran salinitas perairan adalah sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan refraktometer.
- 2) Mengkalibrasi bagian prisma dari refraktometer menggunakan aquades sampai penunjuk skala menunjukkan angka nol, kemudian sampel air yang akan diukur salinitasnya ditetaskan pada bagian prismanya.

- 3) Menutup prisma refraktometer.
- 4) Membaca angka yang ditunjukkan oleh skala.
3. Derajat Keasaman (pH) (SNI M 03–1989–F *dalam* Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air, 1990)

Derajat keasaman (pH) diukur dengan menggunakan pH meter. Prosedur pengukuran salinitas perairan adalah sebagai berikut.

- 1) Membilas elektroda dengan air suling sebanyak tiga kali dan mengeringkannya dengan kertas yang lembut.
- 2) Merendam elektroda ke dalam contoh selama ± 1 menit. Kemudian mengeringkannya dengan kertas yang lembut.
- 3) Mengganti contoh dan merendam elektroda ke dalam contoh tersebut sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
4. Oksigen Terlarut (DO) (Tim Limnologi, 2004)

Oksigen terlarut (DO) diukur dengan menggunakan botol Winkler. Prosedur pengukuran oksigen terlarut di perairan adalah sebagai berikut.

- 1) Mencatat volume botol Winkler yang digunakan.
- 2) Memasukkan botol Winkler ke dalam air yang akan diukur oksigennya secara perlahan – lahan dengan posisi miring dan diusahakan jangan sampai ada gelembung udara.
- 3) Kemudian menambahkan 2 ml $MnSO_4$ dan 2 ml $NaOH+KI$ lalu bolak – balik sampai terjadi endapan kecoklatan. Biarkan 30 menit.
- 4) Membuang filtrat (air bening di atas endapan) dengan hati – hati, kemudian endapan yang tersisa diberi 1-2 ml H_2SO_4 pekat dan mengocoknya sampai endapan larut.

- 5) Menambahkan 3-4 tetes amylum, lalu mentitrasi dengan $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai jernih atau tidak berwarna pertama kali.
- 6) Mencatat ml $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang terpakai (ml titran).
- 7) Menghitung nilai DO menggunakan rumus:

$$\text{O}_2 \text{ terlarut} = \frac{V \text{ Titran} \times N \text{ Titran} \times 8 \times 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$

$$V \text{ botol DO} - 4$$

Dimana : N : Normalitas Na-thiosulfat

V : Volume hasil titrasi Na-thiosulfat

3.4 Analisa Data

Metode analisa data yang digunakan yaitu regresi sederhana. Regresi ini mempunyai dua variabel yang terdiri dari variabel bebas (x), yaitu variabel yang mempengaruhi dan variabel terikat (y), yaitu variabel yang dipengaruhi. Dalam penelitian ini variabel x adalah kandungan logam berat Pb pada sedimen atau air. Sedangkan variabel y adalah kandungan logam berat Pb pada lamun *Enhalus acoroides*. Contohnya pada penelitian ini, hubungan kandungan logam berat Pb pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan logam berat Pb di air dan hubungan kandungan logam berat Pb pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan logam berat Pb di sedimen. Analisa data dengan menggunakan microsoft excel. Apabila variabel x tidak lebih dari satu maka yang digunakan regresi sederhana yakni dengan persamaan $y = a + bx$. Sedangkan pengujian hipotesis menggunakan Uji *U Mann-Whitney* (uji nonparametrik) untuk menguji perbedaan dari sampel – sampel tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Lokasi Penelitian

Propinsi Maluku terletak di antara 5° LU – 8°20' LS dan 124° – 135° BT. Luas wilayah kepulauan ini seluruhnya sekitar 85.100.000 Ha. Jarak dari utara ke selatan sekitar 1.150 km dan timur ke barat sekitar 1.000 km. Batas – batas Pulau Ambon bagian utara berbatasan dengan Pulau Seram, bagian selatan berbatasan dengan Laut Banda, bagian barat berbatasan dengan Selat Manipa, dan bagian timur berbatasan dengan Selat Haruku. Pulau Ambon terbagi atas dua Jazirah, yaitu Hitu yang disebut juga Leihitu yang berarti belahan bagian barat, dan Jazirah Leitimur yang berarti belahan bagian timur. Jazirah Leihitu meliputi beberapa desa, antara lain: Laha, Tawiri, Hative Besar, Wayame, Rumah Tiga, Poka, Hunuth, Waiheru, Nania, dan Negeri Lama. Sedangkan Jazirah Leitimur dengan luas 18,32 km² meliputi desa – desa, yaitu Passo, Lateri, Latta, Halong, Galala, Batu Merah, Wainitu, Benteng, dan Amahusu.

Teluk Ambon secara geomorfologi terdiri dari dua bagian bagian, yaitu Teluk Ambon Bagian Luar (TAL) dan Teluk Ambon Bagian Dalam (TAD). Teluk Ambon Luar berukuran luas dengan dasar laut yang lebih dalam dan berhubungan langsung dengan Laut Banda. Sedangkan Teluk Ambon Dalam merupakan perairan neritik dangkal dengan kedalaman ± 20 meter. Secara fisik Teluk Ambon Dalam dipengaruhi oleh aliran sungai yang didominasi oleh komunitas bakau dan lamun, sedangkan Teluk Ambon Luar kurang dipengaruhi oleh sungai (Tarigan, 1987). Kedua bagian teluk ini dipisahkan oleh ambang yang sempit dan dangkal yang dikenal sebagai ambang Galala Rumah Tiga. Kedalaman laut pada ambang yang sempit ini bervariasi antara 9-13 meter dan lebarnya pada air surut terendah hanya

sekitar 600 meter. Teluk Ambon hampir bulat dengan kedalaman maksimum 42 meter dan kedalaman rata – rata Teluk Ambon Bagian Dalam ini hanya 25 meter (Wenno, 1997 *dalam* Pentury, 2006).

Lokasi penelitian ini bertempat di Teluk Ambon Bagian Dalam (TAD). Stasiun pengamatan I dan II dalam penelitian ini terletak pada satu garis pantai perairan Teluk Ambon Dalam Jazirah Leitimur, yaitu di Desa Galala dan Desa Latta, seperti yang tertera pada Lampiran 1. Menurut Tanasale (2007), perairan pantai pada Jazirah Leitimur merupakan perairan semi tertutup sehingga faktor – faktor dari luar tidak begitu mempengaruhi kondisi lingkungan pada perairan tersebut. Perairan pantai Jazirah Leitimur Teluk Ambon Dalam memiliki topografi pantai dengan relief yang agak landai. Perairan Jazirah Leitimur Teluk Ambon Dalam ini dipengaruhi oleh beberapa aliran air tawar yang berasal dari sungai – sungai kecil dan letaknya berdekatan dengan pemukiman. Selain itu terdapat juga berbagai aktivitas masyarakat yang dilakukan di sekitar perairan Jazirah Leitimur Teluk Ambon Dalam, seperti penangkapan ikan, penyeberangan perahu dan feri, dan beberapa dermaga di pinggiran pantai yang digunakan sebagai tempat berlabuhnya perahu motor dan kapal – kapal besar.

Stasiun I terletak di Desa Galala. Luas Desa Galala \pm 12 ha, yang berbatasan langsung di bagian utara Teluk Ambon Dalam, bagian selatan dan timur berbatasan dengan Desa Hative Kecil, sedangkan bagian barat berbatasan dengan Sungai Wairuhu. Posisi lokasi stasiun ini menurut Tanasale (2007) adalah $03^{\circ}39'85''$ LS - $03^{\circ}39'96,5''$ LS dan $128^{\circ}11'92,7''$ BT - $128^{\circ}11'99''$ BT, dapat dilihat pada Lampiran 1. Lokasi ini berdekatan dengan pemukiman penduduk, galangan kapal, dermaga feri, PLTD Hative Kecil, Perusahaan Perikanan Nusantara, dan adanya aliran Sungai

Wairuhu. Menurut Chr. Joris (Komunikasi Pribadi, 2010)* mengatakan bahwa di hilir Sungai Wairuhu ini tepatnya di bawah jembatan Galala terdapat banyak sampah, baik itu limbah domestik masyarakat sekitar maupun sampah – sampah dari daerah lain yang terdampar di tepian ini akibat adanya air pasang. Sekarang ini sampah – sampah di sekitar stasiun ini sudah tidak sebanyak dulu, dikarenakan saat ini sudah ada mobil Dinas Kebersihan yang mengangkutnya. Selain itu juga, di sekitar stasiun ini perairannya sudah menjadi dangkal karena sedimentasi yang disebabkan oleh terbawanya tanah gunung dan sampah – sampah dari dataran tinggi menuju ke laut saat turun hujan dan terjadi erosi. Gambar stasiun I dapat dilihat pada Gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. Stasiun I di Desa Galala (*Sumber: Data Lapangan, 2010*)

Stasiun II terletak di Desa Latta. Luas Desa Latta $\pm 1,50 \text{ km}^2$, dengan batas sebelah utara Teluk Baguala Dalam, sebelah barat Desa Halong Baru, dan sebelah timur dan selatan Desa Halong. Posisi lokasi pengamatan ini menurut Tanasale

* Kepala Desa Galala, Kecamatan Teluk Ambon, Propinsi Maluku

(2007) adalah $03^{\circ}39'060''$ LS - $03^{\circ}39'37''$ LS dan $128^{\circ}13'923''$ BT - $128^{\circ}13'41''$ BT, dapat dilihat pada Lampiran 1. Menurut K. Latumanuwi (Komunikasi Pribadi, 2010)* mengatakan bahwa lokasi ini berdekatan dengan Desa Halong, yang mana terdapat kapal – kapal perang TNI-AL yang berlabuh dan adanya aktivitas pelayaran dari Teluk Ambon Luar menuju Teluk Ambon Dalam atau sebaliknya yang melewati lokasi ini. Selain itu juga, terdapat pemukiman penduduk yang cukup padat dan banyak tumbuh tanaman hutan bakau. Dahulunya di daerah ini banyak berlabuh kapal – kapal ikan dari Thailand dan sering membuang limbah. Di stasiun ini terdapat sumber mata air. Saat air surut ini tampak jelas ada aliran air yang keluar menuju laut. Sumber mata air ini tak tampak, karena letaknya tertutupi oleh karang. Hal ini menyebabkan di titik ini memiliki salinitas yang agak rendah. Gambar stasiun II dapat dilihat pada Gambar 4. berikut ini.



Gambar 4. Stasiun II di Desa Latta (*Sumber: Data Lapangan, 2010*)

* Kepala Desa Latta, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Propinsi Maluku

4.2 Kondisi Kualitas Air

4.2.1 Kondisi Kualitas Air di Stasiun I

Data pengukuran kualitas air di lokasi penelitian ini dapat dijadikan sebagai penunjang untuk mengetahui keadaan perairan pada ekosistem lamun tersebut. Parameter kualitas air yang diukur meliputi parameter fisika (suhu dan salinitas) dan parameter kimia (oksigen terlarut dan derajat keasaman). Pengukuran kondisi kualitas air dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel lamun, yaitu sekali seminggu selama dua minggu.

a. Suhu

Hasil pengukuran suhu di stasiun I selama penelitian disajikan dalam Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$) di Stasiun I pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu	Stasiun I	
	Titik I	Titik II
Pengamatan I (11.00-12.00)	24	24
Pengamatan II (14.00-15.00)	27	28

Hasil pengamatan suhu sebagaimana tercantum dalam Tabel 1. menunjukkan bahwa nilai suhu selama penelitian pada stasiun I perairan Desa Galala di Teluk Ambon berkisar antara 24-28 $^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran suhu relatif cukup tinggi pada saat pengamatan II di stasiun I. Sedangkan hasil pengukuran suhu yang terendah pada saat pengamatan I. Hal ini dipengaruhi oleh waktu dan kondisi cuaca yang berbeda pada saat pengamatan. Waktu saat pengamatan I menunjukkan antara pukul 11.00-11.30 (waktu setempat), dan saat pengamatan II menunjukkan antara pukul 14.00-14.30 (waktu setempat). Kondisi cuaca saat pengamatan I dan II cukup

cerah. Menurut Effendi (2003) suhu badan air dipengaruhi oleh musim, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan oleh awan dan aliran serta kedalaman badan air.

Pengamatan I dan pengamatan II, kedua waktu pengamatan tersebut menunjukkan nilai suhu yang berbeda pada tiap - tiap pengamatan. Hal ini dapat disebabkan karena posisi matahari yang berbeda. Menurut Arfiati (2001) semakin besar sudut jatuh matahari maka semakin besar pula cahaya yang dipantulkan sehingga suhu perairan cenderung rendah karena tidak maksimal menyerap cahaya atau panas.

Kisaran suhu dari kedua hasil pengamatan di stasiun I perairan Desa Galala saat penelitian ini masih berada pada kisaran normal. Menurut Dahuri *et al* (2001) spesies lamun daerah tropik mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan suhu. Kisaran suhu optimal bagi spesies padang lamun adalah 28-30 °C dan kemampuan proses fotosintesis akan menurun dengan tajam apabila suhu perairan berada di luar kisaran optimal tersebut.

Selain beberapa hal tersebut, Satwika (2004) juga mengatakan bahwa tinggi rendahnya suhu badan air sangat dipengaruhi oleh intensitas pencahayaan matahari yang masuk ke perairan tersebut sehingga mempengaruhi ketersediaan logam berat dalam air. Biasanya ketersediaan logam berat dalam air akan bertambah seiring dengan tingginya suhu. Pencahayaan sinar matahari akan menyebabkan terjadinya proses penguapan air laut dimana nantinya juga akan menyebabkan peningkatan salinitas air laut. Jadi, apabila dihubungkan antara suhu dengan kandungan logam berat pada air laut maka didapatkan pola yang sama dimana kandungan logam berat bertambah seiring dengan semakin tingginya suhu.

b. Salinitas

Hasil pengukuran salinitas (‰) di stasiun I selama penelitian disajikan dalam Tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Salinitas (‰) di Stasiun I pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu	Stasiun I	
	Titik I	Titik II
Pengamatan I (11.00-12.00)	33	33
Pengamatan II (14.00-15.00)	30	30

Hasil pengamatan salinitas sebagaimana tercantum dalam Tabel 2. menunjukkan bahwa hasil pengukuran salinitas saat penelitian di stasiun I Desa Galala berkisar antara 30-35‰. Kisaran ini masih tergolong normal. Menurut Dahuri *et al* (2001) kisaran salinitas air laut berada antara 0-40 ‰ yang berarti kandungan garam berkisar antara 0-40 gram/kg air laut.

Perbedaan nilai salinitas tersebut dapat dikarenakan oleh waktu pengamatannya yang berbeda, yang mana waktu pengamatan I pukul 11.00 WIT, sedangkan waktu pengamatan II pukul 14.00 WIT. Waktu pengamatan ini berhubungan dengan pencahayaan matahari ke perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nontji (2002), perbedaan salinitas juga dapat disebabkan karena perbedaan waktu pengukuran yang kaitannya dengan intensitas matahari yang mengakibatkan adanya evaporasi.

Nilai salinitas di stasiun I ini masih berada pada kisaran yang normal untuk pertumbuhan lamun. Menurut Supriharyono (2002), salinitas yang optimal untuk pertumbuhan lamun adalah 25-35‰.

c. Oksigen Terlarut (DO)

Hasil pengukuran oksigen terlarut (mg/l) di stasiun I selama penelitian disajikan dalam Tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/l) di Stasiun I pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu	Stasiun I	
	Titik I	Titik II
Pengamatan I (11.00-12.00)	7,5	7,6
Pengamatan II (14.00-15.00)	6,9	6,4

Hasil pengamatan oksigen terlarut (DO) sebagaimana tercantum di Tabel 3. menunjukkan bahwa nilai oksigen terlarut (DO) selama penelitian di stasiun pengamatan I perairan Desa Galala di Teluk Ambon berkisar antara 6,4-7,6 mg/l. Menurut Mulyanto (1995), berdasarkan kandungan oksigen terlarutnya, kualitas air perairan digolongkan menjadi sangat baik dengan oksigen terlarut 8 mg/l, baik 6 mg/l, kritis 4 mg/l, buruk 2 mg/l dan sangat buruk < 2 mg/l. Oleh sebab itu, melalui hasil pengukuran oksigen terlarut dapat dikatakan bahwa kandungan oksigen terlarut di stasiun I menandakan suatu kondisi perairan yang masih baik dan layak bagi kehidupan organismenya.

Nilai DO terendah 6,4 mg/l saat pengamatan II di titik II stasiun I ini. Pola ini sesuai dengan hasil pengukuran suhu saat pengamatan II di titik II stasiun I yakni 28°C, yang mana jika nilai suhu tinggi maka nilai DO akan rendah. Hal ini sesuai dengan Wibisono (2005) yang menyatakan bahwa di lapisan permukaan laut, konsentrasi gas oksigen sangat bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh suhu. Semakin tinggi suhu maka semakin berkurang tingkat kelarutan oksigen.

Nilai DO relatif rendah di stasiun I dapat disebabkan karena adanya banyak sampah baik yang terapung maupun yang mengendap di tepi pantai dan di muara sungai Wairuhu. Begitu juga dengan minyak yang cukup banyak menutupi permukaan perairan tersebut dikarenakan terdapat sandaran kapal – kapal, aktifitas doking kapal serta penyebrangan feri. Hal ini menyebabkan proses difusi atau masuknya oksigen ke dalam perairan menjadi terhambat. Menurut Subarjanti (1990), sumber oksigen terlarut dalam air adalah : (1) langsung dari atmosfer melalui permukaan secara difusi, dan (2) hasil fotosintesa tumbuhan berklorofil. Satwika (2004) menambahkan bahwa proses difusi merupakan salah satu faktor penunjang yang menyebabkan kadar oksigen terlarut tinggi.

Kisaran nilai oksigen terlarut di stasiun I di perairan padang lamun ini masih memenuhi nilai ambang batas baku diperuntukkan biota laut, sebagaimana yang telah ditetapkan Menteri KLH dalam Kep.Men KLH No.Kep.02/MENKLH/1988 yaitu lebih besar dari 3 ppm.

d. Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) di stasiun I selama penelitian disajikan dalam Tabel 4. berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) di Stasiun I pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu	Stasiun I	
	Titik I	Titik II
Pengamatan I (11.00-12.00)	7,0	7,0
Pengamatan II (14.00-15.00)	6,8	7,0

Hasil pengamatan derajat keasaman (pH) sebagaimana tercantum dalam Tabel 4. menunjukkan bahwa nilai pH selama penelitian di stasiun I perairan Desa

Galala di Teluk Ambon berkisar antara 6,8-7,0. Kisaran nilai pH ini masih relatif normal dan stabil. Kisaran nilai pH tersebut masih dalam ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut. Menurut MenKLH dalam Kep.Men KLH No.Kep.02/MENKLH/1988 (1988) baku mutu air laut untuk biota laut dengan parameter pH antara 6-9.

Kisaran nilai pH di perairan ini juga masih tergolong cukup baik bagi lamun. Fahrudin (2002) dalam Satwika (2004), kisaran pH yang baik bagi lamun adalah pada saat air laut normal yaitu 7-8,2. Pada saat tersebut ion bikarbonat yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh lamun dalam keadaan melimpah.

4.2.2 Kondisi Kualitas Air di Stasiun II

Data pengukuran kualitas air di lokasi penelitian ini dapat dijadikan sebagai penunjang untuk mengetahui keadaan perairan pada ekosistem lamun tersebut. Parameter kualitas air yang diukur meliputi parameter fisika (suhu dan salinitas) dan parameter kimia (oksigen terlarut dan derajat keasaman). Pengukuran kondisi kualitas air dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel lamun, yaitu sekali seminggu selama dua minggu.

a. Suhu

Hasil pengukuran suhu ($^{\circ}\text{C}$) di stasiun II selama penelitian disajikan dalam Tabel 10. berikut ini.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$) di Stasiun II pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu	Stasiun II	
	Titik I	Titik II
Pengamatan I (11.00-12.00)	25,5	25,5
Pengamatan II (14.00-15.00)	25,6	25,4

Hasil pengamatan suhu sebagaimana tercantum dalam Tabel 10. menunjukkan bahwa nilai suhu selama penelitian pada stasiun II perairan Desa Latta di Teluk Ambon berkisar antara 25,4-25,6 $^{\circ}\text{C}$. Adanya pengaruh waktu dalam hari juga berpengaruh pada suhu di stasiun II ini. Perbedaan waktu pengamatan mengakibatkan perbedaan nilai suhu yang diperoleh. Sebab saat pengamatan I waktu pagi menjelang siang, sudut datang cahaya matahari membesar, sehingga cukup banyak cahaya yang dipantulkan dan menyebabkan intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan relatif sedikit dan suhu perairan relatif lebih rendah seperti pada pengamatan I. Sebaliknya pada saat pengamatan II yang dilakukan pengambilan sampel pada waktu siang menjelang sore menyebabkan sudut datang cahaya juga relatif kembali mengecil dari yang tadinya besar khususnya pada pengamatan II di titik II, sehingga lebih sedikit cahaya yang dipantulkan dan akibatnya intensitas cahaya matahari yang diserap perairan juga semakin banyak sehingga menjadikan suhu air juga relatif lebih tinggi. Menurut Effendi (2003), kisaran suhu optimum bagi organisme di perairan adalah 20-30 $^{\circ}\text{C}$. Sehingga dari data suhu yang ada, diperoleh bahwa suhu perairan di stasiun II Desa Latta masih berada dalam kisaran yang aman bagi kelangsungan hidup organisme.

b. Salinitas

Hasil pengukuran salinitas (‰) di stasiun II selama penelitian disajikan dalam Tabel 11. berikut ini.

Tabel 11. Hasil Pengukuran Salinitas (‰) di Stasiun II pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu	Stasiun II	
	Titik I	Titik II
Pengamatan I (11.00-12.00)	29	29
Pengamatan II (14.00-15.00)	33	33

Hasil pengamatan salinitas sebagaimana tercantum dalam Tabel 11. menunjukkan bahwa nilai salinitas selama penelitian pada stasiun II perairan Desa Latta di Teluk Ambon berkisar antara 29-33 ‰. Kisaran ini masih tergolong normal. Menurut Dahuri (2001) kisaran salinitas air laut berada antara 0-40 ‰ yang berarti kandungan garam berkisar antara 0-40 gram/kg air laut. Menurut Nontji (2002), sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pola sirkulasi air, penguapana, curah hujan, dan aliran sungai.

Nilai salinitas di stasiun II ini masih berada pada kisaran yang normal untuk pertumbuhan lamun. Menurut Supriharyono (2002), salinitas yang optimal untuk pertumbuhan lamun adalah 25-35‰.

c. Oksigen Terlarut (DO)

Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) di stasiun II selama penelitian disajikan dalam Tabel 12. berikut ini.

Tabel 12. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/l) di Stasiun II pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu	Stasiun II	
	Titik I	Titik II
Pengamatan I (11.00-12.00)	8,0	7,7
Pengamatan II (14.00-15.00)	6,6	7,2

Hasil pengamatan oksigen terlarut sebagaimana tercantum dalam Tabel 12. menunjukkan bahwa nilai oksigen terlarut selama penelitian pada stasiun II perairan Desa Latta di Teluk Ambon berkisar antara 6,6-8 (mg/l). Menurut Mulyanto (1995), berdasarkan kandungan oksigen terlarutnya, kualitas air perairan digolongkan menjadi sangat baik dengan oksigen terlarut 8 mg/l, baik 6 mg/l, kritis 4 mg/l, buruk 2 mg/l dan sangat buruk < 2 mg/l. Oleh sebab itu, melalui hasil pengukuran oksigen terlarut dapat dikatakan bahwa kandungan oksigen terlarut di stasiun II menandakan suatu kondisi perairan yang masih baik dan layak bagi kehidupan organismenya.

Nilai DO cukup tinggi saat pengamatan II. Hal ini disebabkan saat pengamatan tersebut besarnya sinar matahari yang jatuh ke perairan, sehingga menyebabkan fotosintesis berjalan lancar. Menurut Subarijanti (2000), faktor-faktor yang mempengaruhi laju fotosintesis antara lain ialah intensitas cahaya, suhu, kekeruhan perairan. Karena proses fotosintesis inilah, maka kandungan oksigen terlarutnya akan tinggi.

d. Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) di stasiun II selama penelitian disajikan dalam Tabel 13. berikut ini.

Tabel 13. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) di Stasiun II pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu	Stasiun II	
	Titik I	Titik II
Pengamatan I (11.00-12.00)	7,0	7,0
Pengamatan II (14.00-15.00)	7,0	7,0

Hasil pengamatan derajat keasaman (pH) sebagaimana tercantum dalam Tabel 13. menunjukkan bahwa nilai pH selama penelitian di stasiun II perairan Desa Latta di Teluk Ambon berkisar antara 6,8-7,0. Kisaran nilai pH ini masih relatif normal dan stabil. Menurut Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah. Oleh sebab itulah, melalui hasil pengukuran pH diperoleh bahwa nilai pH di stasiun II masih berada dalam kisaran yang layak bagi kelangsungan hidup.

Kisaran nilai pH di perairan ini juga masih tergolong cukup baik bagi lamun. Menurut Effendi (2003), kisaran pH yang baik bagi lamun adalah pada saat air laut normal yaitu 7-8,2. Pada saat tersebut ion bikarbonat yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh lamun dalam keadaan melimpah.

4.3 Kandungan Logam Berat Pb⁺

4.3.1 Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Stasiun I

a. Kandungan Logam Berat Pb⁺ dalam Lamun *Enhalus acoroides* di Stasiun I

Lamun *Enhalus acoroides* terdapat di stasiun I Desa Galala ini mempunyai ciri habitat yang berbeda, yakni di stasiun I dengan kondisi substrat pasir berlumpur, seperti pada Gambar 5. Kandungan logam berat Pb⁺ pada lamun *Enhalus acoroides* di stasiun I dapat dilihat pada Tabel 5. dibawah ini.

Tabel 5. Kandungan Logam Berat Pb⁺ (ppm) dalam Lamun *Enhalus acoroides* di Stasiun I pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu Pengamatan	Kandungan Pb ⁺ (ppm)					
	Stasiun I					
	Titik I			Titik II		
	Akar	Batang	Daun	Akar	Batang	Daun
I (11.00-12.00)	2,40	1,05	0,67	2,64	0,87	0,70
II (14.00-15.00)	2,75	1,19	0,80	2,90	1,05	0,87

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb⁺ dalam lamun *Enhalus acoroides* di stasiun I Desa Galala sebagaimana tercantum dalam Tabel 5. menunjukkan kisaran antara 0,67-2,90 ppm. Kandungan ini telah jauh melebihi batas normal. Baku mutu air laut yang mengandung logam berat Pb yang diperuntukkan bagi biota laut menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 tahun 2004 yaitu 0,008 mg/l.

Kandungan logam berat tertinggi pada akar lamun yakni mencapai 2,90 ppm dan kandungan terendah pada daun lamun. Menurut Siregar (2003) dalam Irmanika (2007), jaringan tumbuhan menyerap logam berat melalui proses absorpsi. Semakin tua ukuran tumbuhan semakin tinggi kemampuannya untuk penyerapan unsur – unsur oleh akar. Selain itu, semakin lama tumbuhan khususnya lamun berada pada

lingkungan perairan yang tercemar logam berat semakin tinggi pula logam berat yang dapat masuk ke dalam jaringannya.

Hasil kandungan logam berat Pb yang terdapat dalam lamun *Enhalus acoroides* berbeda nilai kandungannya pada tiap – tiap bagian yang diamati. Hal ini dapat disebabkan karena di dalam tubuh suatu organisme mempunyai jumlah dan macam sel yang berbeda. Menurut Kiswara (1990) dalam Permana (2006), 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.



Gambar 5. Lamun *Enhalus acoroides* Bersubstrat Pasir Berlumpur di Stasiun I

b. Kandungan Logam Berat Pb⁺ dalam Air Laut di Stasiun I

Hasil pengukuran kandungan logam berat Pb⁺ dalam air laut di stasiun I dapat dilihat pada Tabel 6. berikut ini.

Tabel 6. Kandungan Logam Berat Pb (ppm) dalam Air Laut di Stasiun I pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu Pengamatan	Kandungan Pb ⁺ (ppm)	
	Stasiun I	
	Titik I	Titik II
I (11.00-12.00)	0,552	0,494
II (14.00-15.00)	0,407	0,378

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb⁺ dalam air laut di stasiun I Desa Galala sebagaimana tercantum dalam Tabel 6. menunjukkan bahwa nilai berkisar antara 0,378-0,552 ppm. Kandungan logam berat di perairan ini sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Surat Keputusan No.51/MENKLH/2004, yaitu tidak lebih dari 0,008 mg/l.

Kandungan logam berat Pb pada air laut dengan kandungan logam berat pada lamun *Enhalus acoroides* jika dibandingkan, maka dapat terlihat bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara keduanya. Kandungan logam berat dalam air laut lebih kecil daripada kandungan logam berat dalam lamun. Namun komunitas lamun di perairan masih dapat bertahan hidup walaupun kandungan zat pencemar dalam tubuhnya jauh lebih besar daripada lingkungannya. Menurut Palar (1994), setiap organisme nilai toleransi yang berbeda terhadap logam berat dalam tubuhnya yaitu dengan mengembangkan sistem metabolis yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik yang potensial, mungkin dengan molekul enzim. Namun apabila penumpukan toksikan yang terjadi dalam tubuh lamun melebihi daya toleransi akan menyebabkan kematian pada lamun.

c. Kandungan Logam Berat Pb⁺ dalam Sedimen di Stasiun I

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb dalam sedimen di stasiun I dapat dilihat pada Tabel 7. berikut ini.

Tabel 7. Kandungan Logam Berat Pb⁺ (ppm) dalam Sedimen di Stasiun I pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu Pengamatan	Kandungan Pb ⁺ (ppm)	
	Stasiun I	
	Titik I	Titik II
I (11.00-12.00)	7,28	6,80
II (14.00-15.00)	6,99	6,61

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb dalam sedimen di stasiun I Desa Galala sebagaimana tercantum dalam Tabel 7. menunjukkan bahwa nilai berkisar antara 6,61-7,28 ppm. Kandungan logam berat di sedimen ini masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar. Menurut Reseau Nation d'Observation RNO dalam Rochyatun dan Rozak (2007), kadar normal Pb dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10-70 ppm

Kandungan logam berat di sedimen lebih tinggi daripada kandungannya yang terdapat di lamun dan di air laut, karena sedimen dapat dikatakan sebagai tempat mengendapnya logam berat. Sesuai yang dinyatakan oleh Anggarini (2007) bahwa tingginya kadar timbal di sedimen dibandingkan dalam air laut terjadi karena timbal dalam sedimen tidak terakumulasi dan terdegradasi sehingga terjadi penumpukan di dasar perairan. Sedangkan pada air laut, timbal masih dapat bergerak bebas mengikuti arus.

4.3.2 Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Stasiun II

a. Kandungan Logam Berat Pb⁺ dalam Lamun *Enhalus acoroides* di Stasiun II

Lamun *Enhalus acoroides* terdapat di stasiun II ini mempunyai ciri habitat yang berbeda dengan stasiun I, yakni di stasiun II dengan substrat pasir berkoral (sedikit pecahan karang), seperti pada Gambar 6. Kandungan logam berat Pb⁺ pada lamun *Enhalus acoroides* di stasiun II Desa Latta dapat dilihat pada Tabel 14. dibawah ini.

Tabel 14. Kandungan Logam Berat Pb⁺ (ppm) dalam Lamun *Enhalus acoroides* di Stasiun II pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu Pengamatan	Kandungan Pb (ppm)					
	Stasiun II					
	Titik I			Titik II		
	Akar	Batang	Daun	Akar	Batang	Daun
I (11.00-12.00)	3,66	1,60	0,85	3,05	1,37	0,92
II (14.00-15.00)	3,40	1,73	1,06	3,50	1,66	0,95

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb⁺ dalam lamun *Enhalus acoroides* di stasiun II Desa Latta sebagaimana tercantum dalam Tabel 14. menunjukkan kisaran antara 0,85-3,66 ppm. Kandungan ini telah jauh melebihi batas normal. Baku mutu air laut yang mengandung logam berat Pb yang diperuntukkan bagi biota laut menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 tahun 2004 yaitu 0,008 mg/l.

Logam berat dapat terakumulasi dalam akar lamun melalui sedimen dengan begitu banyak sampah yang berupa bahan kimia dan plastik yang tidak dapat terdegradasi secara alamiah maka sampah ini mengendap di sedimen sehingga terserap oleh akar lamun ini, selain menyerap makanan untuk kelangsungan hidupnya. Menurut Retno *et al* (1996) dalam Laimeheriwa (2009) menjelaskan

bahwa lamun merupakan penyokong bagi kehidupan flora dan fauna dengan menyediakan perlindungan dan nutrien serta zat hara yang bermanfaat dan juga membentuk *sediment trap* atau perangkap sedimen. *Sediment trap* dapat menyimpan dan mengakumulasi buangan atau limbah dari daratan, salah satunya adalah limbah logam berat.



Gambar 6. Lamun *Enhalus acoroides* Bersubstrat Pasir Berkoral di Stasiun II

b. Kandungan Logam Berat Pb^+ dalam Air Laut di Stasiun II

Hasil pengukuran kandungan logam berat Pb^+ dalam air laut di stasiun II dapat dilihat pada Tabel 15. berikut ini.

Tabel 15. Kandungan Logam Berat Pb^+ (ppm) dalam Air Laut di Stasiun II pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu Pengamatan	Kandungan Pb (ppm)	
	Stasiun II	
	Titik I	Titik II
I (11.00-12.00)	0,366	0,454
II (14.00-15.00)	0,308	0,233

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb^+ dalam air laut di stasiun II Desa Latta sebagaimana tercantum dalam Tabel 15. menunjukkan bahwa nilai berkisar antara 0,233-0,454 ppm. Kandungan logam berat di perairan ini sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Surat Keputusan No.51/MENKLH/2004, yaitu tidak lebih dari 0,008 mg/l.

Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut dengan kandungan logam berat pada lamun *Enhalus acoroides* jika dibandingkan, maka dapat terlihat bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara keduanya. Kandungan logam berat dalam air laut lebih kecil daripada kandungan logam berat dalam lamun. Namun komunitas lamun di perairan masih dapat bertahan hidup walaupun kandungan zat pencemar dalam tubuhnya jauh lebih besar daripada lingkungannya. Menurut Palar (1994), setiap organisme nilai toleransi yang berbeda terhadap logam berat dalam tubuhnya yaitu dengan mengembangkan sistem metabolis yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik yang potensial, mungkin dengan molekul enzim. Namun apabila penumpukan toksikan yang terjadi dalam tubuh lamun melebihi daya toleransi akan menyebabkan kematian pada lamun.

c. **Kandungan Logam Berat Pb^+ dalam Sedimen di Stasiun II**

Hasil pengukuran kandungan logam berat Pb^+ dalam sedimen di stasiun II dapat dilihat pada Tabel 16. berikut ini.

Tabel 16. Kandungan Logam Berat Pb⁺ (ppm) dalam Sedimen di Stasiun II pada Bulan September – Oktober 2010.

Waktu Pengamatan	Kandungan Pb (ppm)	
	Stasiun II	
	Titik I	Titik II
I (11.00-12.00)	6,69	6,50
II (14.00-15.00)	5,89	5,30

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb⁺ dalam sedimen di stasiun II Desa Latta sebagaimana tercantum dalam Tabel 16. menunjukkan bahwa nilai berkisar antara 5,30-6,69 ppm. Kandungan logam berat di sedimen ini masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar. Menurut Reseau Nation d'Observation RNO dalam Rochyatun dan Rozak (2007), kadar normal Pb dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10-70 ppm

Kandungan logam berat dalam air laut makin lama makin banyak mengendap di sedimen, sehingga menyebabkan kandungan logam berat dalam sedimen menjadi tinggi pula. Hal ini dijelaskan oleh Effendi (2003) bahwa tingginya kandungan logam berat Pb⁺ pada sedimen disebabkan karena logam berat diserap dengan baik oleh tanah sehingga pengaruhnya terhadap tanaman relatif kecil walaupun sebagian besar tanaman menyerap logam berat melalui akar, dimana sedimen merupakan media tumbuh menyediakan unsur hara dan air serta tempat akar melakukan tempat fisiologisnya. Ditambahkan pula Kiswara (1993) dalam Irmanika (2007) bahwa mekanisme masuknya logam berat ke dalam sedimen adalah melalui proses sedimentasi dan kemudian terakumulasi dalam perairan.

4.4 Analisis Regresi Kandungan Logam Berat Pb⁺

4.4.1 Analisis Regresi Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Stasiun I

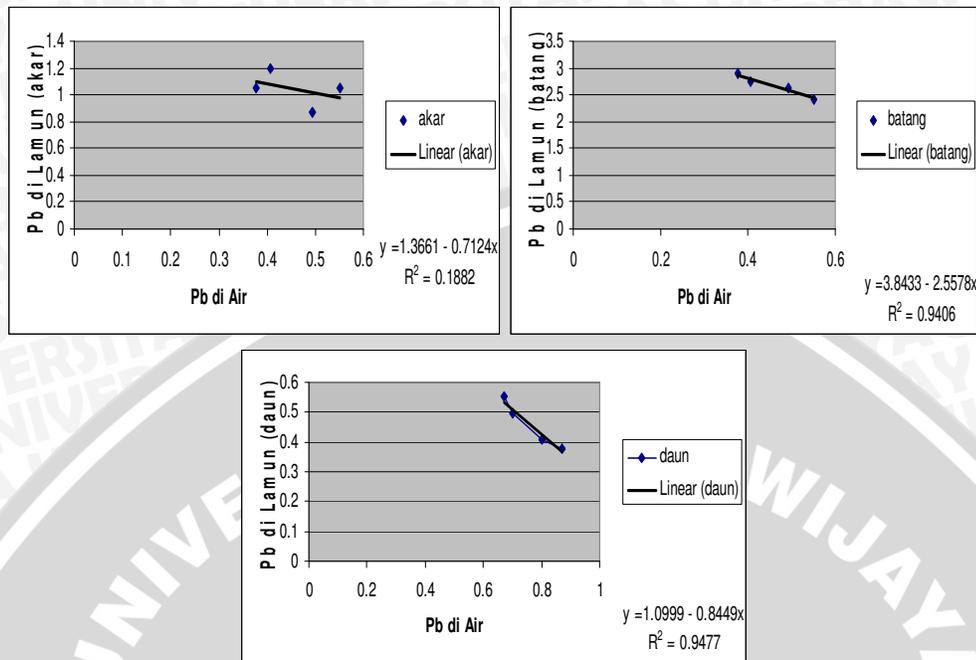
a. Analisis Hubungan antara Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Lamun *Enhalus acoroides* dengan Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Air Laut di Stasiun I

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb⁺ dalam lamun (akar, batang, daun) dan air laut di stasiun I dapat dilihat pada Tabel 8. berikut ini.

Tabel 8. Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Akar, Batang, Daun Lamun dan di Air Laut di Stasiun I

Kandungan Pb ⁺ di Air Laut	Kandungan Pb ⁺ di Akar	Kandungan Pb ⁺ di Batang	Kandungan Pb ⁺ di Daun
0,552	2,40	1,05	0,67
0,494	2,64	0,87	0,70
0,407	2,75	1,19	0,80
0,378	2,90	1,05	0,87

Analisa regresi linier sederhana antara kandungan Pb⁺ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb⁺ di air laut di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R² (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya, yaitu akar R² = 0,1882 dengan 18% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di air laut), batang R² = 0,9406 dengan 94% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di air laut), daun R² = 0,9477 dengan 95% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 1,3661 - 0,7124x$, batang $y = 3,8433 - 2,5578x$, daun $y = 1,0999 - 0,8449x$. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Kandungan Logam Berat Pb^{+} di Lamun *Enhalus acoroides* dengan Kandungan Logam Berat Pb^{+} di Air Laut pada Stasiun I

b. Analisis Hubungan antara Kandungan Logam Berat Pb^{+} di Lamun *Enhalus acoroides* dengan Kandungan Logam Berat Pb^{+} di Sedimen di Stasiun I

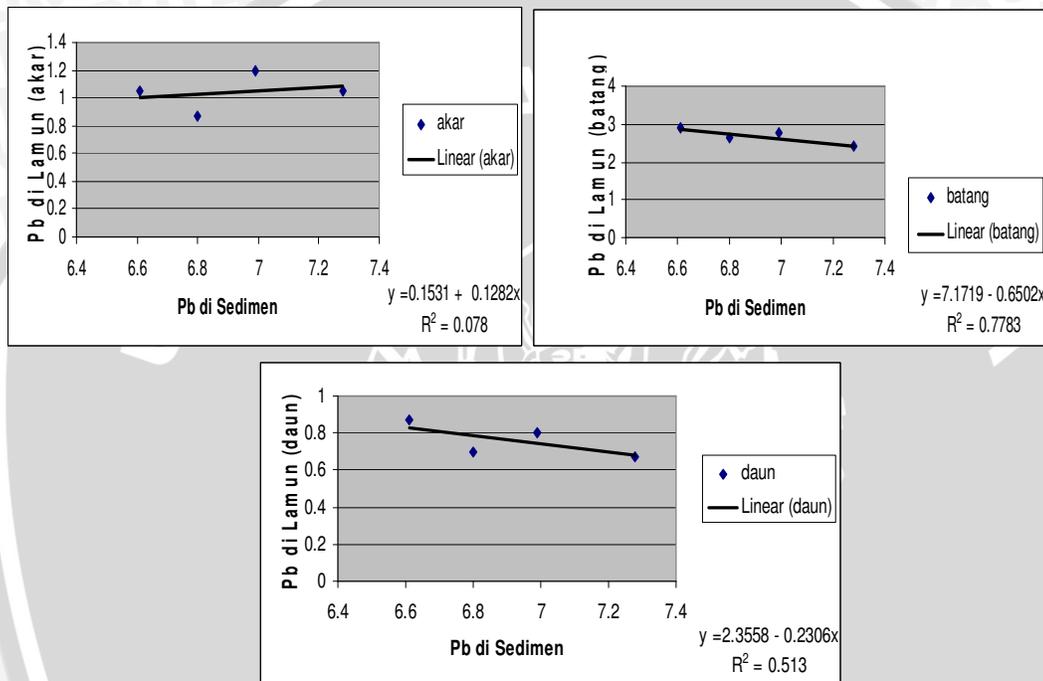
Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb dalam lamun (akar, batang, daun) dan sedimen di stasiun I dapat dilihat pada Tabel 9. berikut ini.

Tabel 9. Kandungan Logam Berat Pb^{+} di Akar, Batang, Daun Lamun dan di Sedimen di Stasiun I

Kandungan Pb^{+} di Sedimen	Kandungan Pb^{+} di Akar	Kandungan Pb^{+} di Batang	Kandungan Pb^{+} di Daun
7,28	2,40	1,05	0,67
6,80	2,64	0,87	0,70
6,99	2,75	1,19	0,80
6,61	2,90	1,05	0,87

Analisa regresi linier sederhana antara kandungan Pb pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb di sedimen di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,078$ dengan 7% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di sedimen), batang $R^2 =$

0,7783 dengan 77% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di sedimen), daun $R^2 = 0,513$ dengan 51% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 0,1531 - 0,1282x$, batang $y = 7,1719 - 6,502x$, daun $y = 2,3558 - 0,2306x$. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Kandungan Logam Berat Pb^+ di Lamun *Enhalus acoroides* dengan Kandungan Logam Berat Pb^+ di Sedimen pada Stasiun I

4.4.2 Analisis Regresi Kandungan Logam Berat Pb^+ di Stasiun II

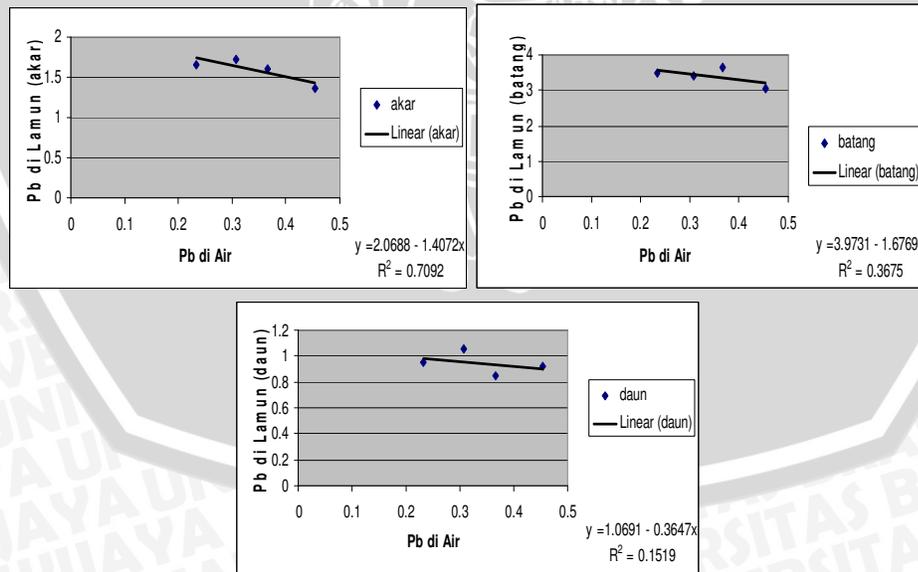
a. Analisis Hubungan antara Kandungan Logam Berat Pb^+ di Lamun *Enhalus acoroides* dengan Kandungan Logam Berat Pb^+ di Air Laut di Stasiun II

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb^+ dalam lamun (akar, batang, daun) dan air laut pada perairan padang lamun di stasiun II dapat dilihat pada Tabel 17. berikut ini.

Tabel 17. Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Akar, Batang, Daun Lamun dan di Air Laut di stasiun II

Kandungan Pb ⁺ di Air Laut	Kandungan Pb ⁺ di Akar	Kandungan Pb ⁺ di Batang	Kandungan Pb ⁺ di Daun
0,366	3,66	1,60	0,85
0,454	3,05	1,37	0,92
0,308	3,40	1,73	1,06
0,233	3,50	1,66	0,95

Analisa regresi linier sederhana antara kandungan Pb⁺ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb⁺ di air laut di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R² (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar R² = 0,7092 dengan 70% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di air laut), batang R² = 0,3675 dengan 37% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di air laut), daun R² = 0,1519 dengan 15% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,0688 - 1,4072x$, batang $y = 3,9731 - 1,6769x$, daun $y = 1,0691 - 0,3647x$. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Lamun *Enhalus acoroides* dengan Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Air Laut di Stasiun II

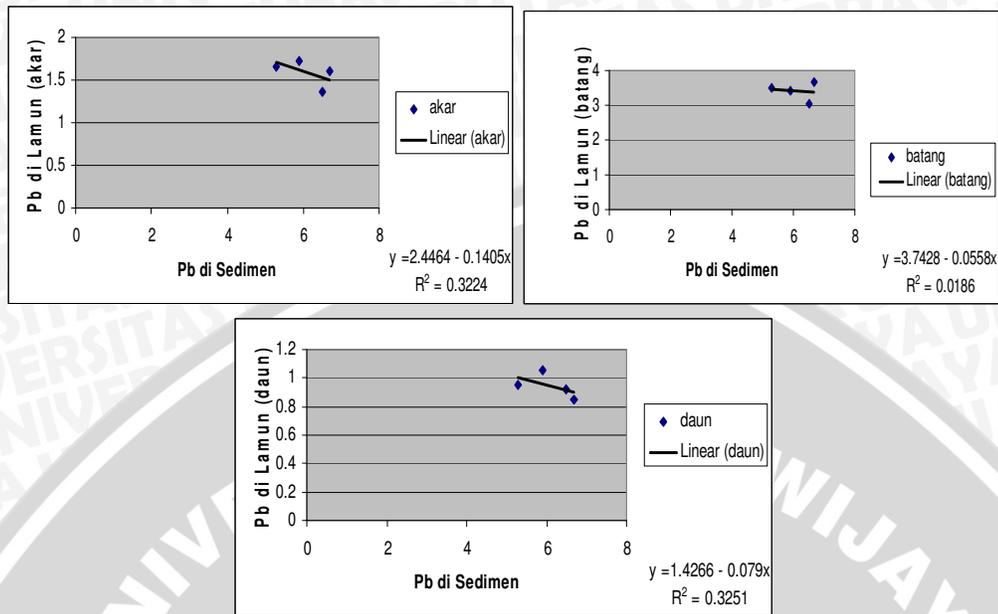
b. Analisis Hubungan antara Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Lamun *Enhalus acoroides* dengan Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Sedimen di Stasiun II

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb⁺ dalam lamun (akar, batang, daun) dan sedimen di stasiun II dapat dilihat pada Tabel 18. berikut ini.

Tabel 18. Kandungan Logam Berat Pb⁺ di Akar, Batang, Daun Lamun dan di Sedimen di Stasiun II

Kandungan Pb ⁺ di Sedimen	Kandungan Pb ⁺ di Akar	Kandungan Pb ⁺ di Batang	Kandungan Pb ⁺ di Daun
6,69	3,66	1,60	0,85
6,50	3,05	1,37	0,92
5,89	3,40	1,73	1,06
5,30	3,50	1,66	0,95

Analisa regresi linier sederhana antara kandungan Pb⁺ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb⁺ di sedimen di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R² (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar R² = 0,3224 dengan 32% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di sedimen), batang R² = 0,0186 dengan 1% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di sedimen), daun R² = 0,3251 dengan 33% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,4464 - 0,1405x$, batang $y = 3,7428 - 0,0558x$, daun $y = 1,4266 - 0,079x$. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hubungan antara Kandungan Logam Berat Pb^{+} di Lamun *Enhalus acoroides* dengan Kandungan Logam Berat Pb^{+} di Sedimen di Stasiun II

4.5 Perbandingan Hasil Pengamatan dari Lokasi Penelitian

4.5.1 Perbandingan Kondisi Kualitas Air Antara Kedua Stasiun

a. Suhu

Waktu pengamatan I di stasiun I dilakukan sekitar pukul 11 siang, sedangkan saat pengamatan II di stasiun II dilakukan sekitar pukul 2 siang. Kedua waktu pengamatan tersebut menunjukkan nilai suhu yang rendah pada tiap - tiap pengamatan di kedua stasiun. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1. dan Tabel 10. Hal ini dapat disebabkan karena posisi matahari yang berbeda saat pengamatan. Menurut Arfiati (2001) semakin besar sudut jatuh matahari maka semakin besar pula cahaya yang dipantulkan sehingga suhu perairan cenderung rendah karena tidak maksimal menyerap cahaya atau panas.

Kisaran suhu di perairan Desa Galala dan Desa Latta saat penelitian ini masih berada pada kisaran normal. Menurut Dahuri *et al* (2001) spesies lamun daerah tropik mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan temperatur. Kisaran temperatur optimal bagi spesies padang lamun adalah 28-30 °C dan kemampuan proses fotosintesis akan menurun dengan tajam apabila temperatur perairan berada di luar kisaran optimal tersebut.

b. Salinitas

Perbedaan nilai salinitas di kedua lokasi tersebut dapat dikarenakan oleh waktu pengukurannya yang berbeda, yang mana waktu pengukuran di stasiun I selalu lebih awal daripada di stasiun II. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2. dan Tabel 11. Waktu pengukuran ini berhubungan dengan pencahayaan matahari ke perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nontji (2002), perbedaan salinitas juga dapat disebabkan karena perbedaan waktu pengukuran yang kaitannya dengan intensitas matahari yang mengakibatkan adanya evaporasi.

Kisaran salinitas di perairan Desa Galala dan Desa Latta saat penelitian ini masih berada pada kisaran normal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2. dan Tabel 11. Nilai salinitas tersebut masih berada pada kisaran yang normal untuk pertumbuhan lamun. Menurut Supriharyono (2002), salinitas yang optimal untuk pertumbuhan lamun adalah 25-35‰.

c. Oksigen Terlarut (DO)

Nilai oksigen terlarut (DO) selama penelitian di kedua stasiun perairan Desa Galala dan Desa Latta di Teluk Ambon berkisar antara 6,4-8,0. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 12. Kisaran nilai DO ini masih dalam batas normal dan memenuhi baku mutu air laut yang diperuntukkan bagi biota laut yang

telah ditetapkan MenKLH dalam KepMen KLH No.02 tahun 1988 yakni ≥ 4 ppm. Oleh karena itu, biota – biota laut masih dapat bertahan hidup di kedua stasiun ini.

Nilai DO rendah di stasiun I dapat disebabkan karena adanya banyak sampah baik yang terapung maupun yang mengendap di tepi pantai dan di muara sungai Wairuhu. Begitu juga dengan minyak yang cukup banyak menutupi permukaan perairan tersebut dikarenakan terdapat sandaran kapal – kapal, aktifitas doking kapal serta penyebrangan feri. Sedangkan nilai DO tinggi di stasiun II dapat disebabkan karena lokasi berada cukup jauh dari muara sungai menyebabkan tidak banyak masukan bahan organik lainnya. Tidak begitu banyak kapal yang berlalu lalang dan bersandar di dekat lokasi ini. Walaupun ada, tapi tidak sebanyak yang terdapat dekat stasiun I Hal ini menyebabkan proses difusi atau masuknya oksigen ke dalam perairan menjadi cukup lancar. Menurut Subarijanti (1990), sumber oksigen terlarut dalam perairan adalah: (1) langsung dari atmosfer melalui permukaan secara difusi, dan (2) hasil fotosintesa tumbuhan berklorofil. Satwika (2004) menambahkan bahwa proses difusi merupakan salah satu faktor penunjang yang menyebabkan kadar oksigen terlarut tinggi.

d. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH selama penelitian di kedua stasiun perairan Desa Galala dan Desa Latta di Teluk Ambon berkisar antara 6,8-7,0. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4. dan Tabel 13. Nilai pH di kedua stasiun ini relatif hamper sama. Kisaran nilai pH ini masih relatif normal dan stabil, karena di lingkungan perairan laut pH relatif lebih stabil dan berada dalam kisaran yang sempit yakni 7,5-8,4 (Nybakken, 1988). Kisaran nilai pH tersebut masih dalam ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut. Menurut MenKLH dalam KepMen KLH No.02 tahun 1988 baku mutu air laut untuk biota laut dengan parameter pH antara 6-9.

Kisaran nilai pH di perairan ini juga masih tergolong cukup baik bagi kehidupan lamun. Fahrudin (2002) dalam Satwika (2004) menjelaskan bahwa kisaran pH yang baik bagi lamun adalah pada saat air laut normal yaitu 7-8,2. Pada saat tersebut ion bikarbonat yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh lamun dalam keadaan melimpah.

4.5.2 Perbandingan Kandungan Logam Berat Pb^+ Antara Kedua Stasiun

a. Kandungan Logam Berat Pb^+ dalam Lamun *Enhalus acoroides*

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb^+ dalam lamun *Enhalus acoroides* tinggi di stasiun I dibandingkan dengan stasiun II. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5. dan Tabel 14. Tingginya kandungan Pb^+ dalam lamun di stasiun I disebabkan karena adanya aktifitas di darat dan di laut di sekitarnya, antara lain: banyak sampah limbah rumah tangga, area penyebrangan feri, tempat bersandarnya kapal – kapal bermotor, adanya PLTD dan dekat dengan jalan raya sehingga banyak pula polusi di udara dan menyebabkan masuk ke perairan. Akibat dari banyaknya logam berat yang masuk ke perairan dan mengendap di sedimen dan pada akhirnya terserap oleh akar lamun. Menurut Fardiaz (1992) menyatakan sebagian timbal berasal dari limbah buangan industri baterai, amunisi, bahan pelindung kawat, bahan pewarna dan hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Sedangkan penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpan untuk mobil, produk – produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, solder, bahan kimia, pewarna cat dan sebagai campuran dalam pembuatan pelapis keramik (glaze). Pendapat lainnya mengenai sumber timbal juga dijelaskan oleh Sugiharto (1987) limbah timbal dapat berasal dari minyak dan menurut Darmono (2001) Pb dapat berasal dari pembakaran sampah dan minyak,

b. Kandungan Logam Berat Pb⁺ dalam Air Laut

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb⁺ dalam air laut berkisar antara 0,233-0,552 ppm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 6. dan Tabel 15. Perbedaan kandungan Pb⁺ ini dapat terjadi karena adanya perbedaan aktifitas pada masing – masing lokasi pengamatan, seperti aktifitas doking kapal. Kandungan logam berat Pb⁺ dalam air laut tertinggi adalah di stasiun I (Desa Galala), dimana lokasi ini berdekatan dengan pelabuhan feri, PLTD Hative Kecil, area doking kapal, pemukiman, dan muara sungai Wairuhu. Di lokasi ini sering dilalui arus pelayaran sehingga kandungan logam beratnya relatif tinggi, walaupun di stasiun II pun biasanya dilalui aktifitas pelayaran tapi tidak seintensif di stasiun I. Menurut Kiswara (1990) *dalam* Irmanika (2007), arus pelayaran merupakan salah satu pencemaran logam berat Pb yang penting yang dapat berasal dari buangan minyak, kerangka kapal yang terdiri dari logam dan cat yang digunakan untuk mengecat kapal. Pencucian kapal dari sisa – sisa pelayaran, limbahnya berupa sisa pelumas yang dilakukan di sekitar pantai juga turut memberikan kontribusi bagi pencemaran Pb. Lebih lanjut dijelaskan oleh Effendi (2003) bahwa masuknya Pb ke dalam perairan dapat juga karena adanya arus lalu lintas di sekitar lokasi yang memberi kontribusi logam berat Pb dari hasil pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermotor juga akibat adanya proses korosifikasi batuan mineral akibat hembasan gelombang dan angin, serta pengkristalan Pb di udara dimana kesemuanya masuk ke perairan dengan bantuan air hujan.

c. Kandungan Logam Berat Pb⁺ dalam Sedimen

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb⁺ dalam sedimen pada kedua stasiun kisarannya antara 5,30-7,28. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 7. dan Tabel 16. Kandungan logam berat Pb⁺ di sedimen tertinggi di stasiun I Desa

Galala, sama halnya dengan kandungan logam berat Pb^+ dalam air laut. Hal ini disebabkan karena aktifitas manusia di sekitar stasiun I cukup banyak daripada di sekitar stasiun II Desa Latta. Kondisi substrat di stasiun ini pasir berlumpur. Ditambah pula area dekat muara sungai Wairuhu telah terjadi proses sedimentasi akibat turunnya tanah dari dataran tinggi menuju ke laut dan banyaknya sampah yang mengendap di sekitar area tersebut, baik yang berasal dari lokasi sekitar maupun yang terbawa oleh arus sehingga menepi dan mengendap di area tersebut. Menurut Kiswara (1994) mekanisme masuknya logam berat ke dalam sedimen adalah melalui proses sedimentasi, dan kemudian terakumulasi ke dalam perairan.

Sedangkan pada stasiun II kandungan logam berat lebih rendah daripada stasiun I. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan substrat sedimen antara kedua stasiun, dimana di stasiun I dengan kondisi substrat pasir berlumpur, sedangkan di stasiun II dengan substrat pasir berkoral (sedikit pecahan karang). Pada stasiun I substrat banyak mengandung Lumpur, sehingga proses penyerapan dapat berlangsung secara lebih baik. Sebaliknya, pada stasiun II yang kondisi substratnya merupakan pecahan karang, sehingga pada kondisi demikian proses penyerapan tidak dapat berlangsung secara sempurna. Sesuai dengan Estuningdyah (1994) dalam Wahyuni (2001), partikel lumpur liat lebih mudah menyerap unsur – unsur yang ada di perairan. Lebih lanjut dikatakan Tait (1981); Estuningdyah (1994) dalam Wahyuni (2001) bahwa semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar pula kemampuannya dalam menyerap unsur.

Logam berat adalah logam yang sulit terurai atau *non degradable*, jika dilihat dari sifatnya. Ini menjadi salah satu penyebab tingginya kandungan logam berat dalam sedimen daripada dalam air laut. Anggraini (2007) menjelaskan bahwa tingginya kadar timbal (Pb) sedimen dibandingkan dalam air laut terjadi karena

timbang dalam sedimen tidak terakumulasi dan terdegradasi sehingga terjadi penumpukan di dasar perairan. Sedangkan pada air laut, timbal (Pb) masih bisa bergerak bebas mengikuti arus.

4.5.3 Pengujian Hipotesis dengan Uji U Mann – Whitney

Hasil pengujian hipotesis dengan Uji U Mann – Whitney pada air laut adalah terima H_0 artinya tidak ada perbedaan kandungan Pb^+ pada air laut di stasiun I dan II. Hasil pengujian hipotesis dengan Uji U Mann – Whitney pada sedimen adalah tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada sedimen di kedua stasiun. Hasil pengujian hipotesis dengan Uji U Mann – Whitney pada akar lamun adalah tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada akar lamun di kedua stasiun. Hasil pengujian hipotesis dengan Uji U Mann – Whitney pada batang lamun adalah tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada batang lamun di kedua stasiun. Hasil pengujian hipotesis dengan Uji U Mann – Whitney pada daun lamun adalah terima H_0 artinya tidak ada perbedaan kandungan Pb^+ pada daun lamun di kedua stasiun. Hasil perhitungan pengujian hipotesis dengan Uji U Mann – Whitney dapat dilihat pada Lampiran 5, dan tabel z (Luas Menurut Kurva Normal Standar dari 0 sampai z) dapat dilihat pada Lampiran 6.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Parameter kualitas air di kedua stasiun pengambilan sampel tersebut secara umum masih sesuai untuk kehidupan lamun.
- b. Kandungan logam berat Pb^{+} pada lamun *Enhalus acoroides* di kedua stasiun telah jauh melebihi batas normal 0.008 mg/l yang diperuntukkan bagi biota laut.
- c. Kandungan logam berat Pb^{+} pada air laut di kedua stasiun sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal, yaitu kandungannya tidak melebihi 0,008 mg/l.
- d. Kandungan logam berat Pb^{+} pada sedimen di kedua stasiun masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar, yaitu kadar normal logam berat Pb dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10-70 ppm.
- e. Analisa regresi linier sederhana antara kandungan Pb^{+} pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^{+} di air laut di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya, yaitu akar $R^2 = 0,1882$ dengan 18% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^{+} di air laut), batang $R^2 = 0,9406$ dengan 94% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^{+} di air laut), daun $R^2 = 0,9477$ dengan 95% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^{+} di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 1,3661-0,7124x$, batang $y = 3,8433-2,5578x$, daun $y = 1,0999-0,8449x$. Analisa regresi linier sederhana antara kandungan Pb^{+} pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^{+} di sedimen di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,078$ dengan 7% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^{+} di sedimen), batang

$R^2 = 0,7783$ dengan 77% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,513$ dengan 51% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 0,1531-0,1282x$, batang $y = 7,1719-6,502x$, daun $y = 2,3558-0,2306x$.

- f. Analisa regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,7092$ dengan 70% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,3675$ dengan 37% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,1519$ dengan 15% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,0688-1,4072x$, batang $y = 3,9731-1,6769x$, daun $y = 1,0691-0,3647x$. Analisa regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,3224$ dengan 32% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,0186$ dengan 1% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,3251$ dengan 33% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,4464-0,1405x$, batang $y = 3,7428-0,0558x$, daun $y = 1,4266-0,079x$.

5.2 Saran

- a. Perlu adanya upaya pelestarian lamun dari masyarakat dan pemerintah setempat, dengan melihat peranan lamun yang begitu penting bagi ekosistem

pesisir yang cukup potensial, khususnya di pesisir Teluk Ambon, sehingga dapat mempertahankan kelestariannya melalui pengelolaan secara terpadu

- b.** Perlu adanya pengontrolan secara berkala mengenai tumbuhan lamun dan kandungan logam berat khususnya Pb yang ada di perairan Teluk Ambon.
- c.** Perlu adanya upaya rehabilitasi pada daerah – daerah dimana kandungan logam beratnya telah melebihi batas normal dan berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan di sekitarnya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

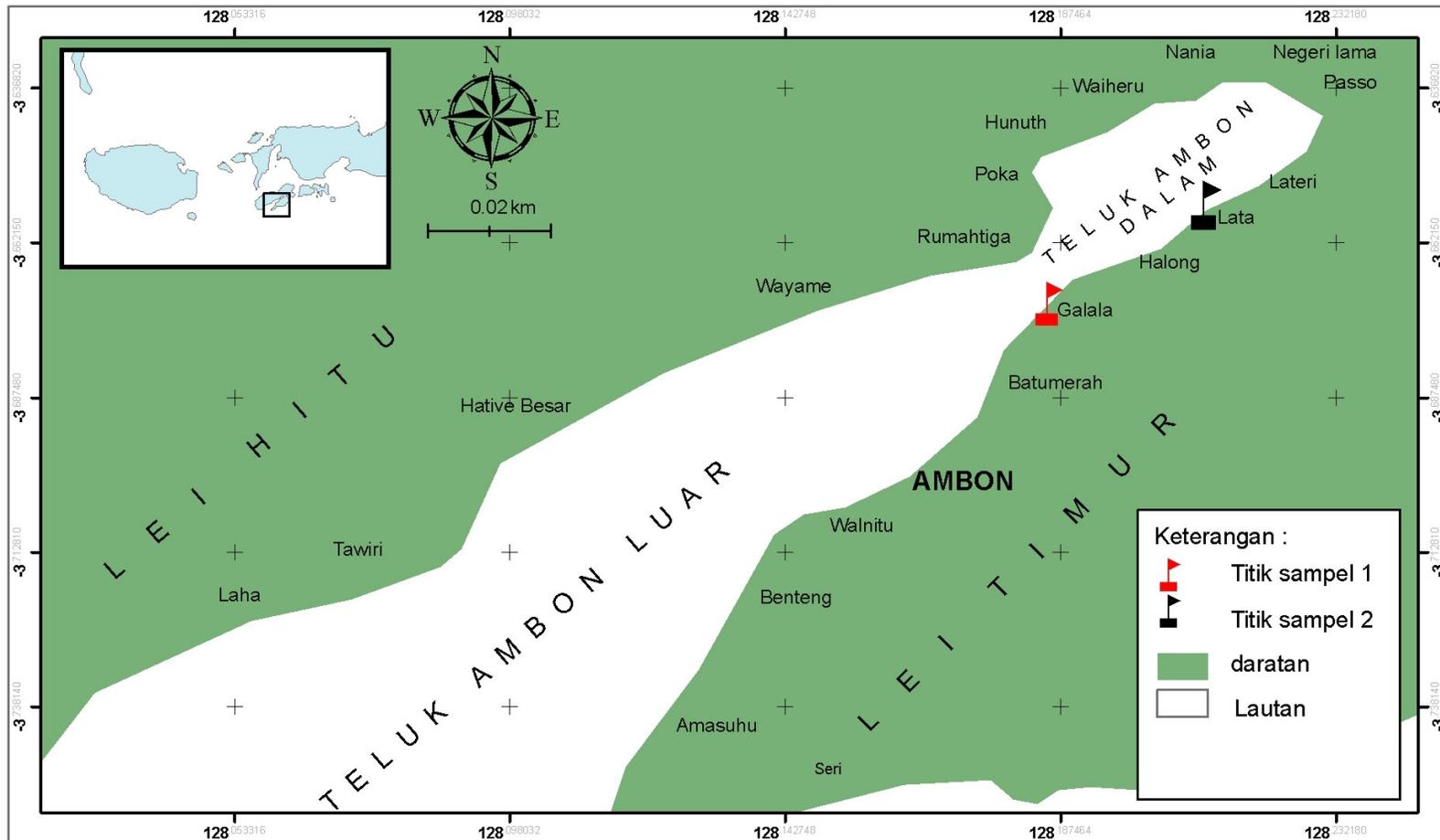
- Anggraini, D. 2007. Analisa Kadar Logam Berat Pb, Cd, Cu, dan Zn pada Air Laut, Sedimen dan Lokan (*Gelona coaxans*) di Perairan Pesisir Dumai Propinsi Riau. 10 hal.
- Arfiati, D. 2001. Limnologi Analisis Kimia Air. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Azkab, M. H. 1999. Pedoman Inventarisasi Lamun. *Oseana*. **XXIV** (1): 1-16.
- , 2000. Struktur dan Fungsi pada Komunitas Lamun. *Oseana* **XXV** (3): 11-25. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Dahuri, R., J. Rais., S. P. Ginting., M. J. Sitepu. 2001. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dahuri, R. 2003. Keankeragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Darmono. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. UI Press. Jakarta.
- Edward. 1990. Pengamatan Pendahuluan Tentang Akumulasi dan Kandungan Logam Berat Pb dan Cd dalam Tubuh Beberapa Jenis Ikan Laut di Teluk Ambon. **II** (5): 174-178.
- Edward., F. Ahmad dan Y. Kaisupy. 2006. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Pulau Halmahera Maluku Utara. P2O-LIPI Jakarta. 18 hal.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Polusi Udara. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Hidayat, A. K. 2003. Survey Kadar Logam Berat Pb dan Cd pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Pantai Utara Kabupaten Pasuruan dan Probolinggo Jawa Timur. *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.
- Hutagalung, H. P. 1984. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. *Oseana* **IX** (1): 1-12.
- , 1991. Pencemaran Laut oleh Logam Berat dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. P3O-LIPI. Jakarta.

- , 1997. Metodologi Analisa Air Laut, Sedimen dan Biota Buku 2. Puslitbang Oseanologi. LIPI. Jakarta.
- Irmanika, G. 2007. Pengaruh Ukuran dan Berat Vegetasi Lamun (*Cymodocea rotundata*) Terhadap Kadar Logam Berat di Desa Sedayu Lawas Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan Jawa Timur. *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.
- Kiswara. 1992. Vegetasi Lamun (*seagrass*) di Rataan Terumbu Karang Pulau Pari Jakarta. **XXV**: 31-49. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Kiswara dan Sudjoko. 1993. Studi Pendahuluan: Kandungan Logam Berat (Cd, Cu, Pb, Zn) dalam Lamun *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata* di Teluk Jakarta. Proposed for Seminar Ilmiah Nasional Biologi XI.
- Kiswara. 1994. Perbandingan Kadar Logam Berat (Cd, Pb, Cu, Zn) dalam Lamun di Perairan Subtropis dan Tropis. P2O LIPI. Jakarta.
- Kristanto, P. 2002 Ekologi Industri. Penebit Kerjasama antara LPPM Universitas PETRA Surabaya dengan ANDI Yogyakarta.
- Leimeheriwa, R. S. 2009. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, dan Cr Pada Akar Lamun *Enhalus acoroides* Di Perairan Teluk Ambon. *Skripsi*. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Pattimura. Ambon. Tidak diterbitkan.
- LIPI. 2008. Monitoring Teluk Ambon. LON-LIPI. Ambon.
- Marganof. 2003. Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (timbal, kadmium, tembaga) di Perairan. Program Pascasarjana. IPB. Bogor.
- MENKLH. 1988. Keputusan Menteri Negara KLH no.02/MENKLH/1988/Pedoman Penerapan Baku Mutu Lingkungan. Jakarta.
- , 2004. Surat Keputusan Menteri Negara KLH no.Kep.51/51/MEN-LH/I/2004, Tentang Baku Mutu Air Laut. Sekretariat Menteri Negara dan Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Moekijat. 1994. Metode Riset dalam Penelitian. Cetakan Pertama. Penerbit Mandar Maju. Bandung.
- Mulyanto. 1992. Manajemen Perairan. LUW-UNIBRAW. Fisheries Project. Malang.
- Mulyanto. 1995. Makrobentos sebagai Indikator Biologi Perubahan Kualitas Air di Sungai Amprong Malang. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.
- Nazir, M. 2005. Metodologi Penelitian. Ghalia Indonesia. Bogor.
- Naskleng. 2008. Ekosistem Padang Lamun. <http://anaklautundip.blogspot.com/>. Diakses tanggal 16 Desember 2010 pukul 18.45 WIB di Malang.

- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Alih Bahasa. H. M. Eidman. PT Gramedia. Jakarta.
- Odum, E. P. 1971. Fundamentals of Ecology. Third Edition. W. B. Saunders Company. Philadelphia. London. Toronto.
- Palar. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Pattimahu, S. 2002. Studi Kelimpahan dan Pola Distribusi Pelecypoda di Perairan Pantai Liang Desa Liang Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.
- Pentury, R. 2006. Analisis Kadar Logam Pb, Cd, dan Fe Dalam Kerang *Anadara antiquata* Di Perairan Teluk Ambon Bagian Dalam. *Skripsi*. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Pattimura. Ambon. Tidak diterbitkan.
- Permana, R. S. 2006. Studi Kandungan Logam Berat Pb di Lamun (*Enhalus acoroides*) di Pesisir Desa Banjarwati Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan. *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.
- Purnomo, D. 2009. Logam Berat Sebagai Penyumbang Pencemaran Air Laut. <http://masdony.wordpress.com/>. Diakses tanggal 2 Juli 2010 pukul 19.20 WIB di Malang.
- Qisthy, A. 2010. <http://abrelaqisthy.wordpress.com/ekosistem-padang-lamun-di-teluk-banten/>. Diakses tanggal 29 Juli 2010 pukul 10.00 WIB di Malang.
- Rochyatun, E dan A. Rozak. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. **XI** (1): 28-36.
- Romimohtarto, K dan S. Juwana. 2005. Biologi Laut Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut. Djambatan. Jakarta.
- Rosenberg, M dan J.Galtung. 1982. Logika Analisa Survai. Badan Penerbit Hapsara. Surakarta.
- Sastrawijaya dan A. Tresna. 1991. Lingkungan Pencemaran. Rineka Cipta. Jakarta.
- Satwika, M. 2004. Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Dua Jenis Lamun (*Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*) di Rataan Terumbu Pari Kepulauan Seribu. Jakarta. *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.

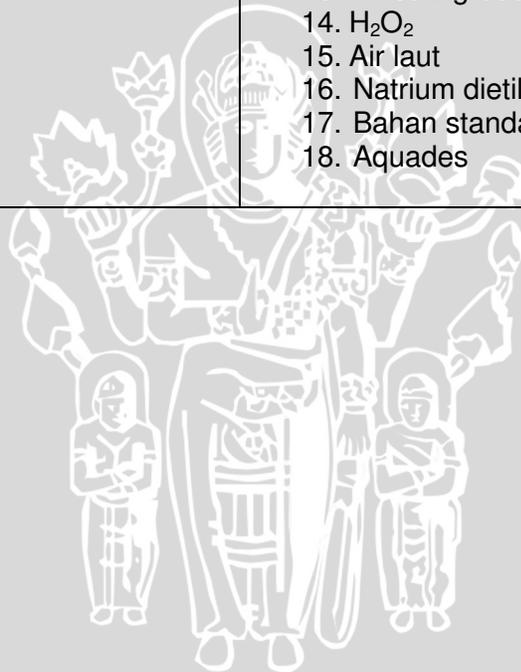
- Setyawan, W. B. dan I. H. Supriyadi. 1996. Kondisi Geologi dan Pengembangan Wilayah Di Kawasan Pesisir Teluk Ambon. Prosiding Seminar dan Lokakarya Pengelolaan Teluk Ambon. Balitbang Sumberdaya Laut Puslitbang Oseanologi – LIPI. Ambon.
- SNI, 1990. Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air. Departemen Pekerjaan Umum.
- Subarijanti, H. 1990. Limnologi. Diktat Kuliah. LUW/ UNIBRAW/ FISH. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sugiharto. 1987. Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI Press. Jakarta.
- Sukandarrumidi. 2002. Metodologi Penelitian Petunjuk Praktis Untuk Peneliti Pemula. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Sunu, P, 2001. Melindungi Lingkungan dengan Mnetapkan ISO 14001. Gramedia Widayasarana Indonesia. Jakarta.
- Supriharyono. 2002. Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Air di Wilayah Pesisir Tropis. PT Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Syafitrianto, I. 2008. Manfaat Ekosistem Padang Lamun. Giantcrab Coretan Ilmu dan Wawasan Perikanan. <http://kepitingraksasa.blogspot.com/manfaat-ekosistem-padang-lamun.html>. Diakses tanggal 16 Desember 2010 pukul 18.35 WIB di Malang.
- Tanasale, M. 2007. Analisis Aktifitas Masyarakat yang Berdampak pada Ekosistem Lamun Di Perairan Jazirah Leitimur Teluk Ambon Dalam. *Skripsi*. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Pattimura. Ambon. Tidak diterbitkan.
- Tarigan, S. 1987. Studi Pendahuluan Energi Gelombang di Teluk Ambon Bagian Luar. Teluk Ambon I. LON-LIPI. Ambon.
- Tim Limnologi. 2004. Petunjuk Praktikum Limnologi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ulfin, S. 1995. Potensi Penyerapan Batang Enceng Gondok (*Eichornia crassipes* Mart.) Terhadap Logam CU dan Pb. Laporan penelitian yang tidak dipublikasikan. Surabaya.
- Wahyuni, E. T. 2001. Studi tentang Pencemaran Logam Berat Pb dengan Bioindikator Kupang Putih (*Corbula faba* H) di Muara Sungai Kepetingan Sidoarjo. *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.
- Wibisono, M. S. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.

Lampiran 1. Lokasi Penelitian (Pulau Ambon)



Lampiran 3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat	Bahan
1. Perahu	1. Plastik klep besar
2. Ice box	2. Karet
3. Termometer	3. Kertas label
4. Refraktometer	4. Es batu
5. Botol plastik	5. pH paper
6. Sarung tangan	6. Tisu
7. Cetok/kayu	7. Kertas saring
8. Alat tulis	8. Sedimen
9. Kotak pH standar	9. HNO ₃ pekat
10. Cawan petri	10. Buffer asetat
11. Mortar	11. Amonium porolidin dan ditiokarbonat (APDC) 2%
12. Timbangan	12. Metil isobutil keton (MIBK)
13. Beaker glass	13. Air suling bebas ion (DDDW)
14. Oven	14. H ₂ O ₂
15. Desikator	15. Air laut
16. AAS	16. Natrium dietil karbonat (NADDC)
17. Penyaring	17. Bahan standar pembanding
18. Pipet tetes	18. Aquades
19. Erlenmeyer	



Lampiran 3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat	Bahan
1. Perahu	1. Plastik klep besar
2. Ice box	2. Karet
3. Termometer	3. Kertas label
4. Refraktometer	4. Es batu
5. Botol plastik	5. pH paper
6. Sarung tangan	6. Tisu
7. Cetok/kayu	7. Kertas saring
8. Alat tulis	8. Sedimen
9. Kotak pH standar	9. HNO ₃ pekat
10. Cawan petri	10. Buffer asetat
11. Mortar	11. Amonium porolidin dan ditiokarbonat (APDC) 2%
12. Timbangan	12. Metil isobutil keton (MIBK)
13. Beaker glass	13. Air suling bebas ion (DDDW)
14. Oven	14. H ₂ O ₂
15. Desikator	15. Air laut
16. AAS	16. Natrium dietil karbonat (NADDC)
17. Penyaring	17. Bahan standar pembanding
18. Pipet tetes	18. Aquades
19. Erlenmeyer	

Lampiran 5. Pengujian Hipotesis Antara Kedua Stasiun

AIR LAUT

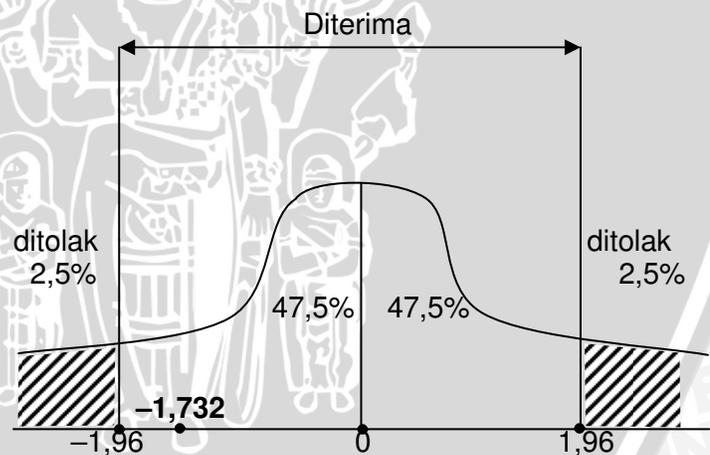
Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
0,378	4	0,233	1
0,407	5	0,308	2
0,494	7	0,366	3
0,552	8	0,454	6
	— +		— +
	24		12

$$\begin{aligned} \mu &= N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1 \\ &= 4 \cdot 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 24 \\ &= 16 + \frac{20}{2} - 24 \\ &= 16 + 10 - 24 = 2 \end{aligned}$$

$$\mu v = \frac{N_1 N_2}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

$$\begin{aligned} T^2 v &= \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \\ &= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12} \\ &= \frac{16 \times 9}{12} = \frac{144}{12} = 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z &= \frac{\mu - \mu v}{T v} \\ &= \frac{2 - 8}{\sqrt{12}} = \frac{-6}{\sqrt{12}} = -1,732 \end{aligned}$$



Kesimpulan: terima H_0 artinya tidak ada perbedaan kandungan Pb^+ pada air laut di stasiun I dan II

SEDIMEN

Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
6,61	4	5,30	1
6,80	6	5,89	2
6,99	7	6,50	3
7,28	8	6,69	5
	— +		— +
	25		11

$$\mu = N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$= 4 \times 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 25$$

$$= 16 + 10 - 25 = 1$$

$$\mu v = \frac{N_1 N_2}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

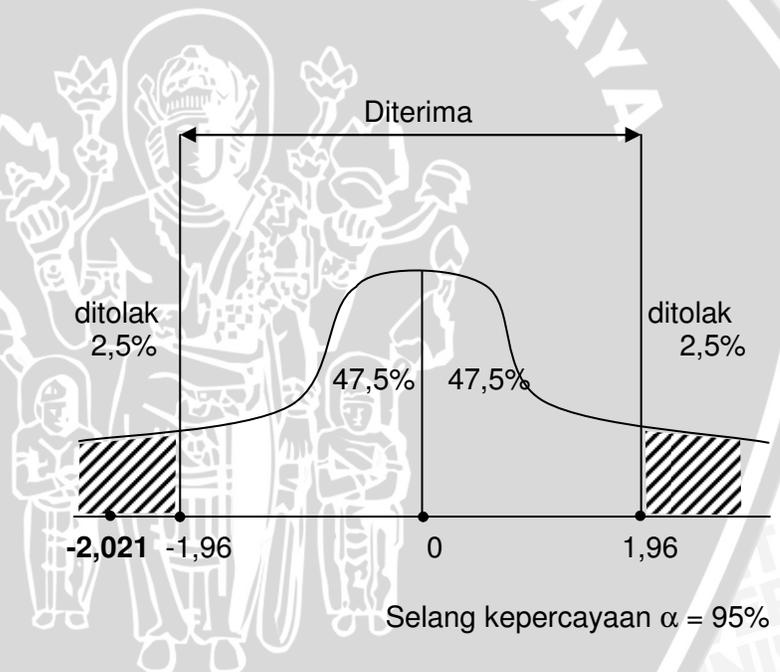
$$T^2_v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}$$

$$= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12}$$

$$= \frac{16 \times 9}{12} = 12$$

$$z = \frac{\mu - \mu v}{T_v}$$

$$= \frac{1 - 8}{\sqrt{12}} = \frac{-7}{\sqrt{12}} = -2,021$$



Kesimpulan: tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada sedimen di kedua stasiun

AKAR

Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
2,40	1	3,05	5
2,64	2	3,40	6
2,75	3	3,50	7
2,90	4	3,66	8
	— +		— +
	10		26

$$\mu = N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$= 4 \times 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 10$$

$$= 16 + 10 - 10 = 16$$

$$\mu v = \frac{N_1 N_2}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

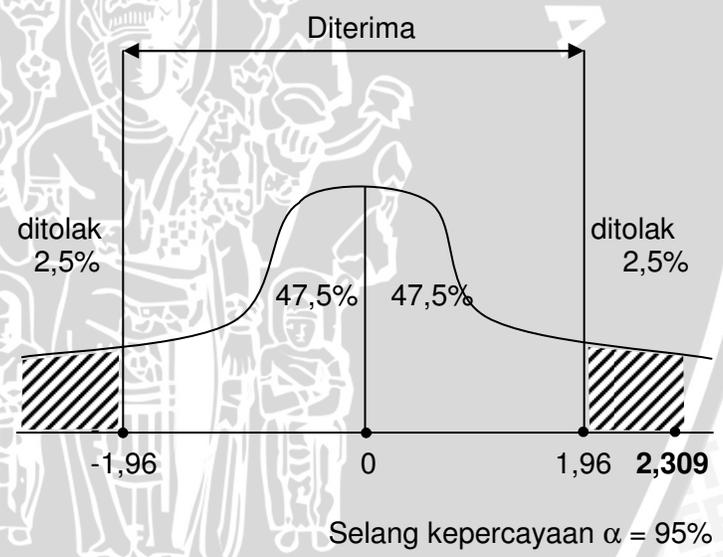
$$T^2_v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}$$

$$= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12}$$

$$= \frac{16 \times 9}{12} = 12$$

$$z = \frac{\mu - \mu v}{T v}$$

$$= \frac{16 - 8}{\sqrt{12}} = \frac{8}{\sqrt{12}} = 2,309$$



Kesimpulan: Tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada akar lamun di kedua stasiun

BATANG

Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
0,87	1	1,37	5
1,05	2	1,60	6
1,05	3	1,66	7
1,19	4	1,73	8
	— +		— +
	10		26

$$\mu = N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$= 4 \times 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 10$$

$$= 16 + 10 - 10 = 16$$

$$\mu v = \frac{N_1 N_2}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

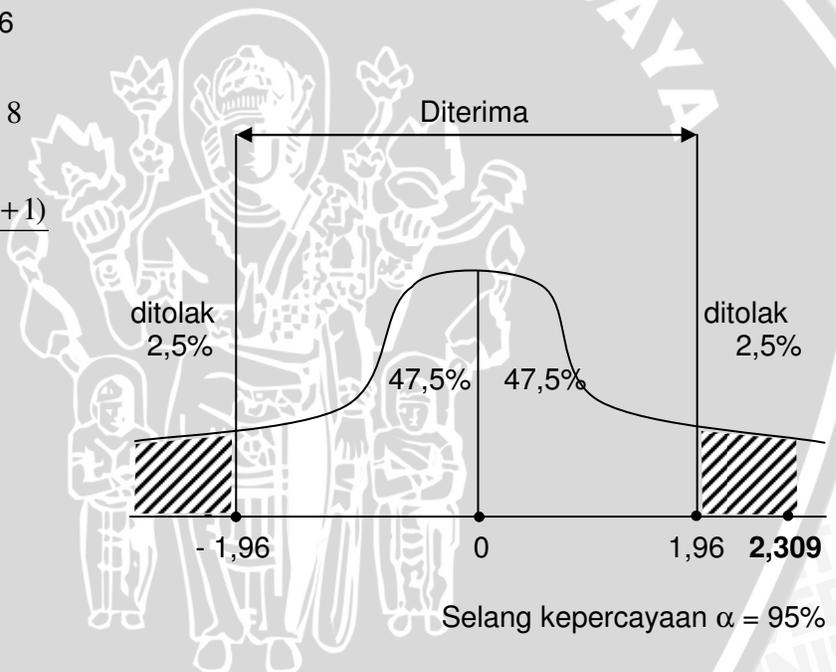
$$T^2_v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}$$

$$= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12}$$

$$= \frac{16 \times 9}{12} = 12$$

$$z = \frac{\mu - \mu v}{T v}$$

$$= \frac{16 - 8}{\sqrt{12}} = \frac{8}{\sqrt{12}} = 2,309$$



Kesimpulan: Tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada batang lamun di kedua stasiun

DAUN

Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
0,67	1	0,85	4
0,70	2	0,92	6
0,80	3	0,95	7
0,87	5	1,06	8
	— +		— +
	11		25

$$\mu = N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$= 4 \times 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 11$$

$$= 16 + 10 - 11 = 15$$

$$\mu v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2)}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

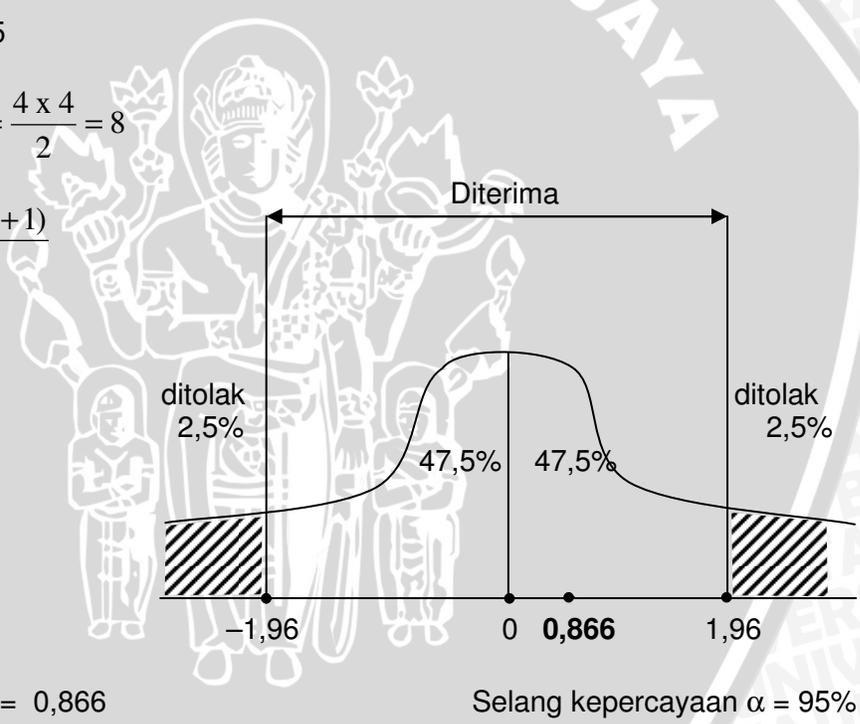
$$T^2_v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}$$

$$= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12}$$

$$= \frac{16 \times 9}{12} = 12$$

$$z = \frac{\mu - \mu v}{T v}$$

$$= \frac{15 - 12}{\sqrt{12}} = \frac{3}{\sqrt{12}} = 0,866$$



Kesimpulan: Terima H_0 artinya tidak ada perbedaan kandungan Pb^+ pada daun lamun di kedua stasiun

Lampiran 5. Pengujian Hipotesis Antara Kedua Stasiun

AIR LAUT

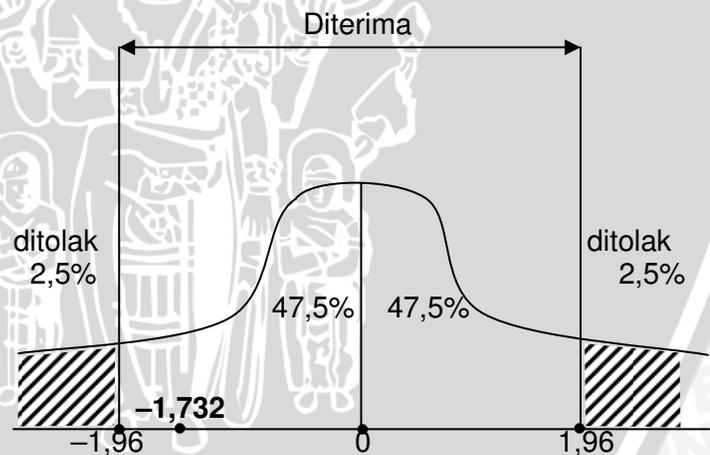
Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
0,378	4	0,233	1
0,407	5	0,308	2
0,494	7	0,366	3
0,552	8	0,454	6
	— +		— +
	24		12

$$\begin{aligned} \mu &= N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1 \\ &= 4 \cdot 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 24 \\ &= 16 + \frac{20}{2} - 24 \\ &= 16 + 10 - 24 = 2 \end{aligned}$$

$$\mu v = \frac{N_1 N_2}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

$$\begin{aligned} T^2 v &= \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \\ &= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12} \\ &= \frac{16 \times 9}{12} = \frac{144}{12} = 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z &= \frac{\mu - \mu v}{T v} \\ &= \frac{2 - 8}{\sqrt{12}} = \frac{-6}{\sqrt{12}} = -1,732 \end{aligned}$$



Selang kepercayaan $\alpha = 95\%$

Kesimpulan: terima H_0 artinya tidak ada perbedaan kandungan Pb^+ pada air laut di stasiun I dan II

SEDIMEN

Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
6,61	4	5,30	1
6,80	6	5,89	2
6,99	7	6,50	3
7,28	8	6,69	5
	— +		— +
	25		11

$$\mu = N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$= 4 \times 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 25$$

$$= 16 + 10 - 25 = 1$$

$$\mu v = \frac{N_1 N_2}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

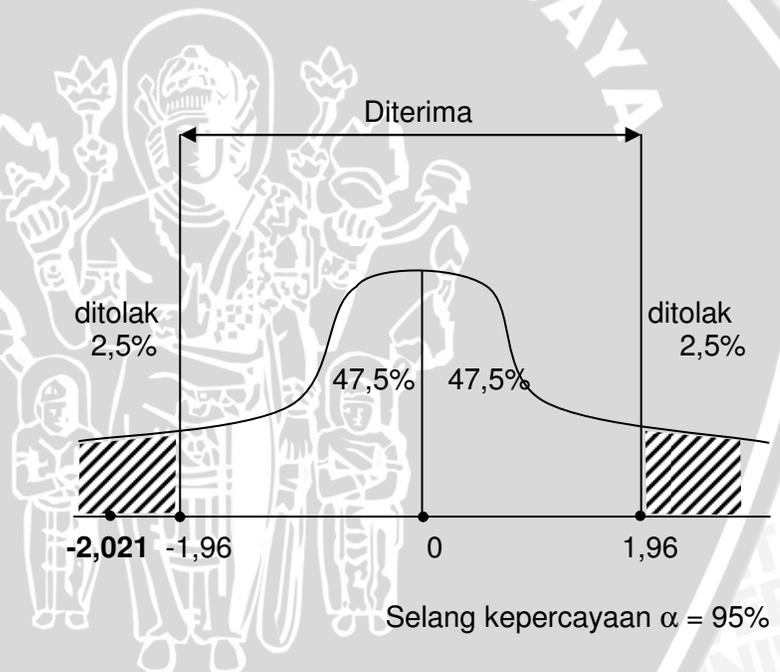
$$T^2_v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}$$

$$= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12}$$

$$= \frac{16 \times 9}{12} = 12$$

$$z = \frac{\mu - \mu v}{T_v}$$

$$= \frac{1 - 8}{\sqrt{12}} = \frac{-7}{\sqrt{12}} = -2,021$$

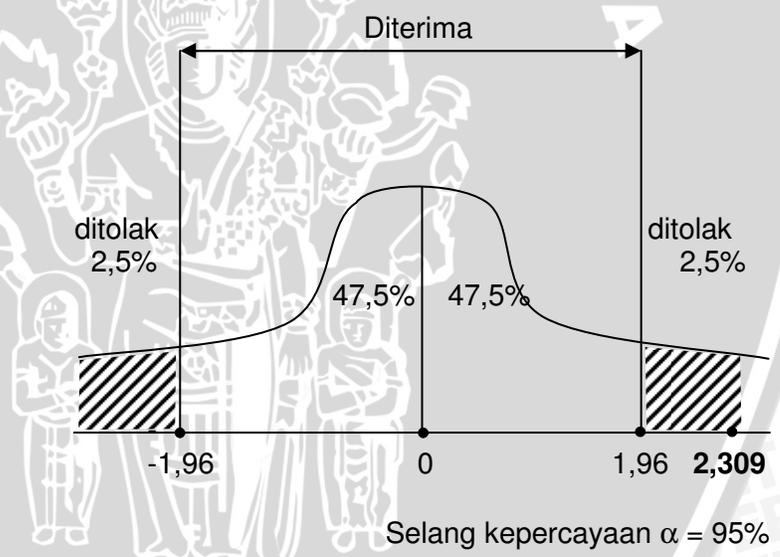


Kesimpulan: tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada sedimen di kedua stasiun

AKAR

Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
2,40	1	3,05	5
2,64	2	3,40	6
2,75	3	3,50	7
2,90	4	3,66	8
	— +		— +
	10		26

$$\begin{aligned} \mu &= N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1 \\ &= 4 \times 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 10 \\ &= 16 + 10 - 10 = 16 \\ \mu\nu &= \frac{N_1 N_2}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8 \\ T^2_{\nu} &= \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \\ &= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12} \\ &= \frac{16 \times 9}{12} = 12 \\ z &= \frac{\mu - \mu\nu}{T\nu} \\ &= \frac{16 - 8}{\sqrt{12}} = \frac{8}{\sqrt{12}} = 2,309 \end{aligned}$$



Kesimpulan: Tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada akar lamun di kedua stasiun

BATANG

Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
0,87	1	1,37	5
1,05	2	1,60	6
1,05	3	1,66	7
1,19	4	1,73	8
	— +		— +
	10		26

$$\mu = N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$= 4 \times 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 10$$

$$= 16 + 10 - 10 = 16$$

$$\mu v = \frac{N_1 N_2}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

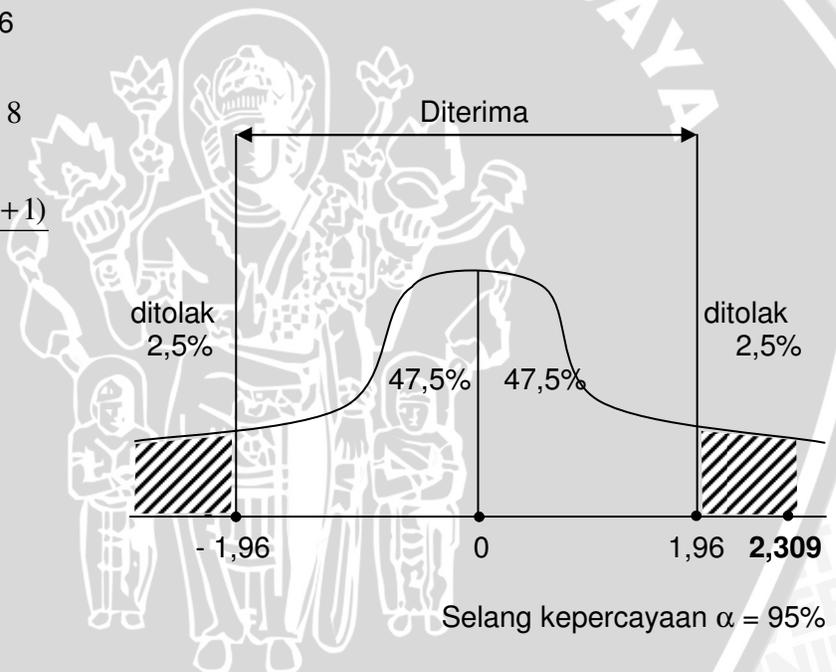
$$T^2_v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}$$

$$= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12}$$

$$= \frac{16 \times 9}{12} = 12$$

$$z = \frac{\mu - \mu v}{T v}$$

$$= \frac{16 - 8}{\sqrt{12}} = \frac{8}{\sqrt{12}} = 2,309$$



Kesimpulan: Tolak H_0 artinya ada perbedaan kandungan Pb^+ pada batang lamun di kedua stasiun

DAUN

Lokasi I	Peringkat	Lokasi II	Peringkat
0,67	1	0,85	4
0,70	2	0,92	6
0,80	3	0,95	7
0,87	5	1,06	8
	— +		— +
	11		25

$$\mu = N_1 N_2 + \frac{N_1 (N_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$= 4 \times 4 + \frac{4(4+1)}{2} - 11$$

$$= 16 + 10 - 11 = 15$$

$$\mu_v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2)}{2} = \frac{4 \times 4}{2} = 8$$

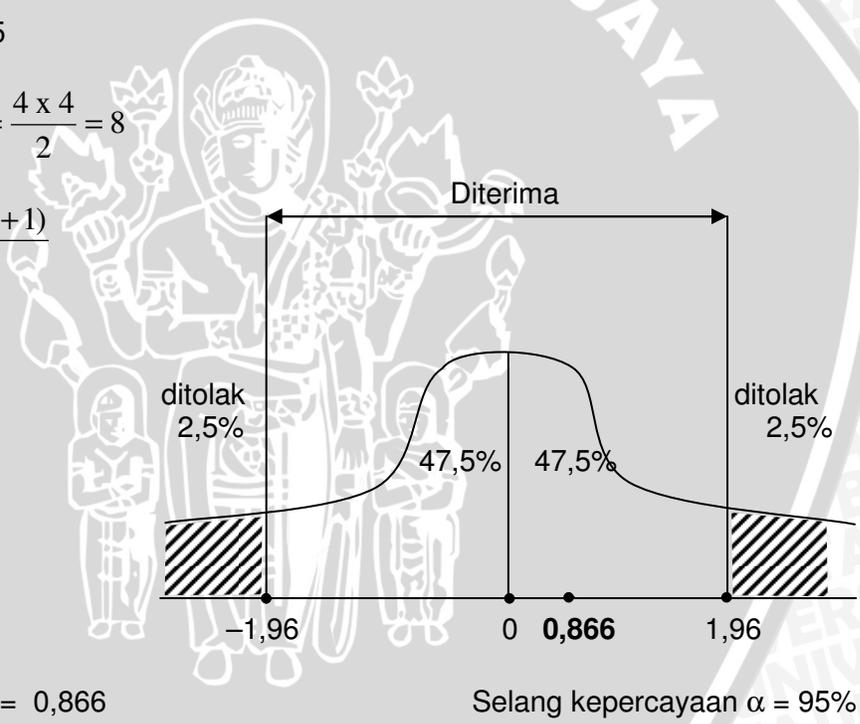
$$T^2_v = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}$$

$$= \frac{4 \times 4 (4 + 4 + 1)}{12}$$

$$= \frac{16 \times 9}{12} = 12$$

$$z = \frac{\mu - \mu_v}{T_v}$$

$$= \frac{15 - 12}{\sqrt{12}} = \frac{3}{\sqrt{12}} = 0,866$$



Kesimpulan: Terima H_0 artinya tidak ada perbedaan kandungan Pb^+ pada daun lamun di kedua stasiun

RINGKASAN

WIDY ASTUTI. Laporan Skripsi **KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb⁺ PADA LAMUN *Enhalus acoroides* DI PESISIR TELUK AMBON PROPINSI MALUKU.** Dibawah bimbingan **Ir. Muhammad Musa.,MS. dan Ir. Hj. Umi Zakiyah.,MS.**

Wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, 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 oleh proses – proses alam yang terjadi di pesisir. Wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang paling mudah terkena dampak kegiatan manusia kegiatan pembangunan. Hal – hal yang dapat mempengaruhi lingkungan pesisir antara lain pertambahan jumlah penduduk, aktifitas kegiatan manusia, pencemaran industri, sedimentasi, dan overeksploitasi sumberdaya alam. Logam berat merupakan salah satu limbah industri yang menyebabkan pencemaran. Sifat logam berat antara lain sulit terurai, beracun, dan cenderung terakumulasi dalam tubuh organisme. Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang diketahui juga beracun bagi makhluk hidup termasuk manusia. Lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan berbunga (*angiospermae*) yang dapat tumbuh baik dalam lingkungan laut dangkal dan merupakan tumbuhan berbiji satu (*monokotil*) yang mempunyai akar rimpang (*rhizoma*) daun bunga dan buah seperti halnya dengan tumbuhan berpembuluh yang tumbuh di darat. Lamun dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran karena memenuhi syarat yaitu dapat mengakumulasi bahan cemaran (tanpa ia sendiri mati terbunuh)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb⁺ pada tumbuhan lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut pada perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon dan untuk mengetahui hubungan kandungan logam berat Pb⁺ pada lamun dengan kandungan logam berat Pb⁺ pada air laut dan sedimen. Penelitian ini dilaksanakan di perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon tepatnya di Desa Galala dan Desa Latta Kota Ambon Propinsi Maluku. Waktu penelitian selama 2 minggu dengan selang waktu seminggu sekali.

Materi penelitian ini adalah kandungan logam berat Pb⁺ (timbal) yang terdapat pada lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut di padang lamun di pesisir Teluk Ambon. Selain itu, parameter kualitas air sebagai penunjang dalam penelitian ini, seperti parameter fisika yang meliputi suhu dan salinitas, dan parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO). Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode survai. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan ekosistem pesisir dan aktivitas manusia di pesisir Teluk Ambon. Stasiun pengamatan ditetapkan menjadi dua lokasi pengamatan yaitu: stasiun I perairan pesisir Desa Galala, dimana dekat dengan pelabuhan feri, pemukiman penduduk, Perusahaan Perikanan Nusantara, doking kapal, dan PLTD serta adanya masukan dari Sungai Wairuhu, sedangkan stasiun II perairan pesisir Desa Latta, dimana lokasi ini padat pemukiman penduduk dan dekat dengan lahan mangrove yang terdapat di perbatasan Desa Latta dan Desa Lateri. Teknik pengambilan sampel dalam pengamatan ini dilakukan di dua stasiun yang berbeda, yaitu stasiun I (Desa Galala) dan stasiun II (Desa Latta). Pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen serta pengukuran kualitas air dilakukan dalam satu waktu secara

bersamaan. Waktu pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen, serta pengukuran kualitas air tergantung waktu surutnya air laut. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengkomposit tumbuhan lamun, yaitu dengan mengambil 2 titik di tiap stasiun pengamatan secara acak. Pengukuran kualitas air sebagai penunjang dilakukan sekali dalam sehari di tiap – tiap stasiun pengamatan. Metode analisa data yang digunakan yaitu regresi sederhana menggunakan persamaan $y = a + bx$, jika variabel x tidak lebih dari satu. Regresi ini mempunyai dua variabel yang terdiri dari variabel bebas (x), yaitu variabel yang mempengaruhi dan variabel terikat (y), yaitu variabel yang dipengaruhi. Dalam penelitian ini variabel x adalah kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen atau air. Sedangkan variabel y adalah kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides*. Analisa data dengan menggunakan Microsoft Excel.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada stasiun pengambilan sampel di stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta adalah sebagai berikut: nilai suhu berkisar antara 24-28 °C, nilai salinitas berkisar antara 29-35 ‰, nilai oksigen terlarut (DO) berkisar antara 6,4-8 mg/l, dan nilai derajat keasaman (pH) memiliki kisaran antara 6,8-7. Secara umum kondisi kualitas air di kedua stasiun tersebut masih sesuai untuk kehidupan lamun.

Hasil pengukuran logam berat Pb^+ di lamun, air laut, dan sedimen sebagai berikut. Kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta memiliki kisaran antara 0,67-3,66 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun I sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun II. Kandungan ini telah jauh melebihi batas normal yang diperuntukkan bagi biota laut, yang menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 Tahun 2004 sebesar 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta berkisar antara 0,233-0,552 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun II sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun I. Kandungan logam berat di perairan ini sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Surat Keputusan No.51 Tahun 2004 yaitu tidak melebihi 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta berkisar antara 5,3-7,28 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun II sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun I. Kandungan logam berat di sedimen ini masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar, yang telah ditetapkan oleh Reseau Nation d'Observation (RNO) kadar normal logam berat Pb^+ dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10-70 ppm.

Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya, yaitu akar $R^2 = 0,1882$ dengan 18% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,9406$ dengan 94% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,9477$ dengan 95% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 1,3661 - 0,7124x$, batang $y = 3,8433 - 2,5578x$, daun $y = 1,0999 - 0,8449x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,078$ dengan 7% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,7783$

dengan 77% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,513$ dengan 51% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 0,1531 - 0,1282x$, batang $y = 7,1719 - 6,502x$, daun $y = 2,3558 - 0,2306x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,7092$ dengan 70% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,3675$ dengan 37% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,1519$ dengan 15% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,0688 - 1,4072x$, batang $y = 3,9731 - 1,6769x$, daun $y = 1,0691 - 0,3647x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,3224$ dengan 32% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,0186$ dengan 1% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,3251$ dengan 33% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,4464 - 0,1405x$, batang $y = 3,7428 - 0,0558x$, daun $y = 1,4266 - 0,079x$.

Berdasarkan hasil – hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa secara umum kondisi kualitas air di stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta tersebut masih sesuai untuk kehidupan lamun. Kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta telah jauh melebihi batas normal yang diperuntukkan bagi biota laut. Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal. Kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar.

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pembenahan di masa mendatang, khususnya di Teluk Ambon. Saran yang diberikan antara lain, perlu adanya upaya pelestarian lamun dari masyarakat dan pemerintah setempat, khususnya di pesisir Teluk Ambon, sehingga dapat mempertahankan kelestariannya melalui pengelolaan secara terpadu, perlu adanya pengontrolan secara berkala mengenai tumbuhan lamun dan kandungan logam berat khususnya Pb^+ yang ada di perairan Teluk Ambon, dan perlu adanya upaya rehabilitasi pada daerah – daerah dimana kandungan logam beratnya telah melebihi batas normal dan berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan di sekitarnya.

RINGKASAN

WIDY ASTUTI. Laporan Skripsi **KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb⁺ PADA LAMUN *Enhalus acoroides* DI PESISIR TELUK AMBON PROPINSI MALUKU.** Dibawah bimbingan **Ir. Muhammad Musa.,MS. dan Ir. Hj. Umi Zakiyah.,MS.**

Wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, 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 oleh proses – proses alam yang terjadi di pesisir. Wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang paling mudah terkena dampak kegiatan manusia kegiatan pembangunan. Hal – hal yang dapat mempengaruhi lingkungan pesisir antara lain pertambahan jumlah penduduk, aktifitas kegiatan manusia, pencemaran industri, sedimentasi, dan overeksploitasi sumberdaya alam. Logam berat merupakan salah satu limbah industri yang menyebabkan pencemaran. Sifat logam berat antara lain sulit terurai, beracun, dan cenderung terakumulasi dalam tubuh organisme. Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang diketahui juga beracun bagi makhluk hidup termasuk manusia. Lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan berbunga (*angiospermae*) yang dapat tumbuh baik dalam lingkungan laut dangkal dan merupakan tumbuhan berbiji satu (*monokotil*) yang mempunyai akar rimpang (*rhizoma*) daun bunga dan buah seperti halnya dengan tumbuhan berpembuluh yang tumbuh di darat. Lamun dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran karena memenuhi syarat yaitu dapat mengakumulasi bahan cemaran (tanpa ia sendiri mati terbunuh)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb⁺ pada tumbuhan lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut pada perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon dan untuk mengetahui hubungan kandungan logam berat Pb⁺ pada lamun dengan kandungan logam berat Pb⁺ pada air laut dan sedimen. Penelitian ini dilaksanakan di perairan padang lamun di pesisir Teluk Ambon tepatnya di Desa Galala dan Desa Latta Kota Ambon Propinsi Maluku. Waktu penelitian selama 2 minggu dengan selang waktu seminggu sekali.

Materi penelitian ini adalah kandungan logam berat Pb⁺ (timbal) yang terdapat pada lamun (akar, batang, daun), sedimen, dan air laut di padang lamun di pesisir Teluk Ambon. Selain itu, parameter kualitas air sebagai penunjang dalam penelitian ini, seperti parameter fisika yang meliputi suhu dan salinitas, dan parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO). Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode survai. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan ekosistem pesisir dan aktivitas manusia di pesisir Teluk Ambon. Stasiun pengamatan ditetapkan menjadi dua lokasi pengamatan yaitu: stasiun I perairan pesisir Desa Galala, dimana dekat dengan pelabuhan feri, pemukiman penduduk, Perusahaan Perikanan Nusantara, doking kapal, dan PLTD serta adanya masukan dari Sungai Wairuhu, sedangkan stasiun II perairan pesisir Desa Latta, dimana lokasi ini padat pemukiman penduduk dan dekat dengan lahan mangrove yang terdapat di perbatasan Desa Latta dan Desa Lateri. Teknik pengambilan sampel dalam pengamatan ini dilakukan di dua stasiun yang berbeda, yaitu stasiun I (Desa Galala) dan stasiun II (Desa Latta). Pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen serta pengukuran kualitas air dilakukan dalam satu waktu secara

bersamaan. Waktu pengambilan sampel lamun, air laut dan sedimen, serta pengukuran kualitas air tergantung waktu surutnya air laut. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengkomposit tumbuhan lamun, yaitu dengan mengambil 2 titik di tiap stasiun pengamatan secara acak. Pengukuran kualitas air sebagai penunjang dilakukan sekali dalam sehari di tiap – tiap stasiun pengamatan. Metode analisa data yang digunakan yaitu regresi sederhana menggunakan persamaan $y = a + bx$, jika variabel x tidak lebih dari satu. Regresi ini mempunyai dua variabel yang terdiri dari variabel bebas (x), yaitu variabel yang mempengaruhi dan variabel terikat (y), yaitu variabel yang dipengaruhi. Dalam penelitian ini variabel x adalah kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen atau air. Sedangkan variabel y adalah kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides*. Analisa data dengan menggunakan Microsoft Excel.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada stasiun pengambilan sampel di stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta adalah sebagai berikut: nilai suhu berkisar antara 24-28 °C, nilai salinitas berkisar antara 29-35 ‰, nilai oksigen terlarut (DO) berkisar antara 6,4-8 mg/l, dan nilai derajat keasaman (pH) memiliki kisaran antara 6,8-7. Secara umum kondisi kualitas air di kedua stasiun tersebut masih sesuai untuk kehidupan lamun.

Hasil pengukuran logam berat Pb^+ di lamun, air laut, dan sedimen sebagai berikut. Kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta memiliki kisaran antara 0,67-3,66 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun I sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun II. Kandungan ini telah jauh melebihi batas normal yang diperuntukkan bagi biota laut, yang menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 Tahun 2004 sebesar 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta berkisar antara 0,233-0,552 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun II sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun I. Kandungan logam berat di perairan ini sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam Surat Keputusan No.51 Tahun 2004 yaitu tidak melebihi 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta berkisar antara 5,3-7,28 ppm, dengan nilai terendah terdapat pada stasiun II sedangkan nilai tertinggi terdapat di stasiun I. Kandungan logam berat di sedimen ini masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar, yang telah ditetapkan oleh Reseau Nation d'Observation (RNO) kadar normal logam berat Pb^+ dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10-70 ppm.

Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya, yaitu akar $R^2 = 0,1882$ dengan 18% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,9406$ dengan 94% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,9477$ dengan 95% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 1,3661 - 0,7124x$, batang $y = 3,8433 - 2,5578x$, daun $y = 1,0999 - 0,8449x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun I Desa Galala, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,078$ dengan 7% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,7783$

dengan 77% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,513$ dengan 51% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 0,1531 - 0,1282x$, batang $y = 7,1719 - 6,502x$, daun $y = 2,3558 - 0,2306x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di air laut di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,7092$ dengan 70% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), batang $R^2 = 0,3675$ dengan 37% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut), daun $R^2 = 0,1519$ dengan 15% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di air laut). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,0688 - 1,4072x$, batang $y = 3,9731 - 1,6769x$, daun $y = 1,0691 - 0,3647x$. Analisis regresi linier sederhana antara kandungan Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* dengan kandungan Pb^+ di sedimen di stasiun II Desa Latta, diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) berturut – turut pada setiap bagiannya yaitu akar $R^2 = 0,3224$ dengan 32% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), batang $R^2 = 0,0186$ dengan 1% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen), daun $R^2 = 0,3251$ dengan 33% dipengaruhi oleh faktor x (kandungan Pb^+ di sedimen). Sedangkan persamaan regresi berturut – turut pada bagian akar $y = 2,4464 - 0,1405x$, batang $y = 3,7428 - 0,0558x$, daun $y = 1,4266 - 0,079x$.

Berdasarkan hasil – hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa secara umum kondisi kualitas air di stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta tersebut masih sesuai untuk kehidupan lamun. Kandungan logam berat Pb^+ pada lamun *Enhalus acoroides* di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta telah jauh melebihi batas normal yang diperuntukkan bagi biota laut. Kandungan logam berat Pb^+ pada air laut di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta sudah tergolong tidak normal lagi, karena telah melebihi batas maksimal. Kandungan logam berat Pb^+ pada sedimen di perairan stasiun I Desa Galala dan stasiun II Desa Latta masih dibawah ambang batas yang dikatakan tercemar.

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pembenahan di masa mendatang, khususnya di Teluk Ambon. Saran yang diberikan antara lain, perlu adanya upaya pelestarian lamun dari masyarakat dan pemerintah setempat, khususnya di pesisir Teluk Ambon, sehingga dapat mempertahankan kelestariannya melalui pengelolaan secara terpadu, perlu adanya pengontrolan secara berkala mengenai tumbuhan lamun dan kandungan logam berat khususnya Pb^+ yang ada di perairan Teluk Ambon, dan perlu adanya upaya rehabilitasi pada daerah – daerah dimana kandungan logam beratnya telah melebihi batas normal dan berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan di sekitarnya.