

SKRIPSI

STUDI BIOAKUMULASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), KADMIUM (Cd), DAN ARSEN (As) PADA RUMPUT LAUT (*Caulerpa racemosa*) DARI TAMBAK TRADISIONAL DI BRONDONG, LAMONGAN

BIOACCUMULATION STUDY OF HEAVY METALS LEAD (Pb), CADMIUM (Cd), AND ARSENIC (As) IN SEAWEED (*Caulerpa racemosa*) FROM TRADITIONAL FISHPOND IN BRONDONG, LAMONGAN

PROGRAM STUDI S-1 AKUAKULTUR



Oleh :

CINDI KOES FARIZKY
MADIUN – JAWA TIMUR

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

SKRIPSI

STUDI BIOAKUMULASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), KADMIUM (Cd), DAN ARSEN (As) PADA RUMPUT LAUT (*Caulerpa racemosa*) DARI TAMBAK TRADISIONAL DI BRONDONG, LAMONGAN

BIOACCUMULATION STUDY OF HEAVY METALS LEAD (Pb), CADMIUM (Cd), AND ARSENIC (As) IN SEAWEED (*Caulerpa racemosa*) FROM TRADITIONAL FISHPOND IN BRONDONG, LAMONGAN

PROGRAM STUDI S-1 AKUAKULTUR



Oleh :

CINDI KOES FARIZKY
MADIUN – JAWA TIMUR

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

Surat Pernyataan Keaslian Karya Tulis Skripsi

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Cindi Koes Farizky
NIM : 141811133079
Tempat, tanggal lahir : Nganjuk, 5 Maret 2000
Alamat : Dusun Petung, Desa Pajaran, Kecamatan Saradan,
Kabupaten Madiun
Judul skripsi : Studi Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb),
Kadmium (Cd), dan Arsen (As) pada Rumput Laut
(*Caulerpa racemosa*) dari Tambak Tradisional di
Brondong, Lamongan
Pembimbing : 1. Dr. Eng. Sapto Andriyono, S.Pi., M.T.
2. Boedi Setya Rahardja, Ir., M.P.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil tulisan skripsi saya buat adalah murni hasil karya saya sendiri (bukan plagiat) yang berasal dari Dana Penelitian : ~~Mandiri~~ / Proyek Dosen / ~~Hibah~~ / ~~PKM~~ (coret yang tidak perlu).

Didalam skripsi ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan atau gagasan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya, serta kami bersedia :

1. Dipublikasikan dalam jurnal ilmiah perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
2. Memberikan ijin untuk mengganti susunan penulis pada hasil tulisan skripsi / karya tulis saya ini dengan peranan pembimbing skripsi
3. Diberikan sanksi akademik yang berlaku di Universitas Airlangga termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh (sebagaimana diatur didalam pedoman pendidikan UNAIR 2010/2011 Bab. XI pasal 38-42). Apabila dikemudian hari terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain yang seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri.

Demikian surat pernyataan yang saya buat ini tanpa ada unsur paksaan dari siapapun dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 14 Juli 2022
Yang membuat pernyataan



Cindi Koes Farizky

SKRIPSI

STUDI BIOAKUMULASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), KADMIUM (Cd), DAN ARSEN (As) PADA RUMPUT LAUT (*Caulerpa racemosa*) DARI TAMBAK TRADISIONAL DI BRONDONG, LAMONGAN

BIOACCUMULATION STUDY OF HEAVY METALS LEAD (Pb), CADMIUM (Cd), AND ARSENIC (As) ON SEAWEED (*Caulerpa racemosa*) FROM TRADITIONAL FISHPOND IN BRONDONG, LAMONGAN

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan
pada Program Studi S-1 Akuakultur Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Airlangga

Oleh :

CINDI KOES FARIZKY
NIM. 141811133079

Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Serta



Dr. Eng. Sapto Andriyono, S.Pi., M.T.
NIP. 19790925 200812 1 002



Boedi Setya Rahardja, Ir., M.P.
NIP. 19580117 198601 1 001

SKRIPSI

STUDI BIOAKUMULASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), KADMIUM (Cd), DAN ARSEN (As) PADA RUMPUT LAUT (*Caulerpa racemosa*) DARI TAMBAK TRADISIONAL DI BRONDONG, LAMONGAN

BIOACCUMULATION STUDY OF HEAVY METALS LEAD (Pb), CADMIUM (Cd), AND ARSENIC (As) IN SEAWEED (*Caulerpa racemosa*) FROM TRADITIONAL FISHPOND IN BRONDONG, LAMONGAN

Oleh :

CINDI KOES FARIZKY
NIM. 141811133079

Setelah mempelajari dan menguji dengan sungguh-sungguh, kami berpendapat bahwa skripsi ini, baik ruang lingkup maupun kualitasnya dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan

Telah diujikan pada
Tanggal : 13 Juli 2022

KOMISI PENGUJI

Ketua : Nina Nurmalia Dewi, S.Pi., M.Si.
Anggota : Dr. Woro Hastuti Satyantini, Ir., M.Si.
Prayogo, S.Pi., M.P.
Dr. Eng. Sapto Andriyono, S.Pi., M.T.
Boedi Setya Rahardja, Ir., M.P.

Surabaya, 18 Juli 2022
Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Airlangga



Prof. Mochammad Amin Alamsjah, Ir., M.Si., Ph.D.
NIP. 19700116 199503 1 002

RINGKASAN

CINDI KOES FARIZKY. Studi Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Arsen (As) pada Rumput Laut (*Caulerpa racemosa*) dari Tambak Tradisional di Brondong, Lamongan. Dosen Pembimbing Dr. Eng. Sapto Andriyono, S.Pi., M.T. dan Boedi Setya Rahardja, Ir., M.P.

Rumput laut (*Caulerpa racemosa*) merupakan salah satu makroalga yang termasuk dalam jenis rumput laut yang dapat dimakan. Rumput laut memiliki kemampuan sebagai bioakumulator logam berat, sehingga dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan. Di wilayah pesisir Lamongan, khususnya di daerah Kecamatan Brondong terdapat berbagai kegiatan industri. Buangan limbah kegiatan industri tersebut akan meningkatkan resiko pencemaran logam berat. Logam berat yang ada di perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam biota yang ada di perairan. Proses ini dikenal sebagai bioakumulasi. Beberapa logam berat dengan penyebaran yang cukup melimpah di perairan antara lain timbal (Pb), kadmium (Cd), dan arsen (As). Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang akumulasi logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), dan arsen (As) pada rumput laut (*C. racemosa*), air, dan sedimen dari tambak tradisional di Brondong, Lamongan.

Metode penelitian yang digunakan adalah observatif dengan rancangan penelitian adalah deskriptif. Analisis data yang digunakan yaitu secara kuantitatif dengan perhitungan berdasarkan *Geo-Accumulation Index* (*Igeo*), *Contamination Factor* (CF), dan *Bio Concentration Factor* (BCF). Sampel rumput laut (*C. racemosa*) dan air dilakukan pengujian kandungan logam berat di Unit Pelayanan Terpadu Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan (UPT PMP2KP) Surabaya, sedangkan sampel sedimen dilakukan pengujian di PT. Angler BioChemLab Surabaya. Ketiga sampel tersebut dilakukan analisis logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), dan arsen (As) menggunakan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rumput laut (*C. racemosa*), air, dan sedimen dari tambak tradisional di Brondong, Lamongan mengandung logam berat Pb, Cd, dan As dengan konsentrasi yang rendah. Rata-rata konsentrasi Pb, Cd, dan As pada rumput laut (*C. racemosa*) adalah 0,0901 mg/kg, 0,0124 mg/kg, dan 0,2357 mg/kg. Konsentrasi Pb dan Cd pada air tidak terdeteksi, sedangkan rata-rata konsentrasi As pada air adalah 0,0158 mg/L. Konsentrasi Pb, Cd, dan As pada sedimen adalah 12,3 mg/kg, 0,171 mg/kg, dan 3,74 mg/kg. nilai *Igeo* dan CF menunjukkan bahwa logam berat Pb, Cd, dan As mengindikasikan tingkat pencemaran dan tingkat kontaminasi yang rendah ($0 < Igeo < 1$ dan $CF < 1$). Nilai BCF yang rendah juga menunjukkan bahwa tingkat akumulatif rumput laut (*C. racemosa*) dikategorikan rendah ($BCF < 100$).

Kata kunci: Bioakumulasi, logam berat, timbal, kadmium, arsen, *Caulerpa racemosa*.

SUMMARY

CINDI KOES FARIZKY. Bioaccumulation Study of Heavy Metals Lead (Pb), Cadmium (Cd), and Arsenic (As) in Seaweed (*Caulerpa Racemosa*) from Traditional Fishpond in Brondong, Lamongan. Academic Advisors Dr. Eng. Sapto Andriyono, S.Pi., M.T. and Boedi Setya Rahardja, Ir., M.P.

Seaweed (*Caulerpa racemosa*) is one of the macroalgae that is included in the type of edible seaweed. Seaweed has the ability as a bioaccumulator of heavy metals, so it is used as a bioindicator of environmental pollution. In the coastal area of Lamongan, especially in the Brondong District, there are various industrial activities. The waste disposal of these industrial activities will increase the risk of heavy metal pollution. Heavy metals in the waters will undergo a process of deposition and accumulate in sediments, then accumulate in the biota in the waters. This process is known as bioaccumulation. Some heavy metals with a fairly abundant distribution in waters include lead (Pb), cadmium (Cd), and arsenic (As). This study aims to provide information about the heavy metal accumulation of lead (Pb), cadmium (Cd), and arsenic (As) in seaweed (*C. racemosa*), water, and sediment from traditional fishpond in Brondong, Lamongan.

The research method used is observative with a descriptive research design. Analysis of the data used is quantitative with calculations based on Geo-Accumulation Index (Igeo), Contamination Factor (CF), and Bio Concentration Factor (BCF). Seaweed (*C. racemosa*) and water samples were tested for heavy metal content at the Integrated Service Unit for Quality Testing and Development of Marine and Fishery Products Surabaya, while sediment samples were tested at PT. Angler BioChemLab Surabaya. The three samples were analyzed for heavy metals lead (Pb), cadmium (Cd), and arsenic (As) using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS).

The results show that seaweed (*C. racemosa*), water, and sediment from traditional fishpond in Brondong, Lamongan contained low concentrations of heavy metals Pb, Cd, and As. The average concentrations of Pb, Cd, and As in seaweed (*C. racemosa*) were 0.0901 mg/kg, 0.0124 mg/kg, and 0.2357 mg/kg. The concentration of Pb and Cd in water was not detected, while the average concentration of As in water was 0.0158 mg/L. The concentrations of Pb, Cd, and As in the sediment were 12.3 mg/kg, 0.171 mg/kg, and 3.74 mg/kg. Igeo and CF values indicate that heavy metals Pb, Cd, and As indicate low levels of pollution and contamination ($0 < I_{geo} < 1$ and $CF < 1$). The low BCF value also indicates that the accumulative level of seaweed (*C. racemosa*) is categorized as low ($BCF < 100$).

Key words: Bioaccumulation, heavy metal, lead, cadmium, arsenic, *Caulerpa racemosa*.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Arsen (As) pada Rumput Laut (*Caulerpa racemosa*) dari Tambak Tradisional di Brondong, Lamongan”. Skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan pada program studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga saran dan masukan yang dapat membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan skripsi ini. Penulis juga berharap skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi kepada semua pihak untuk mendukung kemajuan dan perkembangan ilmu serta teknologi dalam bidang perikanan terutama budidaya.

Surabaya, 22 Juni 2022

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini melibatkan banyak pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, saran, dukungan dan do'a. Adapun pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Allah SWT karena telah memberikan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Mochammad Amin Alamsjah, Ir., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.
2. Bapak Dr. Eng. Sapto Andriyono, S.Pi., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Boedi Setya Rahardja, Ir., M.P. selaku Dosen Pembimbing Serta yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sejak penyusunan proposal hingga penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Nina Nurmalia Dewi, S.Pi., M.Si., Ibu Dr. Woro Hastuti Satyantini, Ir., M.Si., dan Bapak Prayogo, S.Pi., M.P. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Woro Hastuti Satyantini, Ir., M.Si. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan.
5. Seluruh staf pengajar dan staf kependidikan Fakultas Perikanan dan Kelautan yang telah bersedia menyampaikan ilmunya dan membantu penulis dalam proses administrasi demi kelancaran pelaksanaan penelitian.
6. Kedua orang tua terkasih Ibu Sukiat dan Bapak Kusasih beserta keluarga besar atas segala dukungannya baik berupa moril maupun materil selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

7. Rekan penelitian Alma Ika Fatmawati, Dewi Indra Pratiwi, Yusuf Bangun Lastianto, Muhammad Syahrin, dan Dimar Herfano yang telah bekerja sama dengan baik selama penelitian.
8. Rekan angkatan Shark 2018 yang telah memberikan dukungan dan semangat selama penelitian.
9. Sahabat dan teman seperjuangan Febriarini Kusuma Wardhani, Aprilia Damayanti, Fatimah Cahyani, Aldila Riskha, Ria Antika, Ana Nur, Nur Aini, Mugi Erwinda, Mahida Norma, dan Anis Fitria yang telah memotivasi dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
10. Pihak-pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dan menjadi bagian selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Rumput Laut (<i>C. racemosa</i>).....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Habitat	7
2.1.3 Kualitas Air	7
2.2 Pencemaran Perairan	11
2.3 Logam Berat	12
2.3.1 Timbal atau <i>Plumbum</i> (Pb)	13
2.3.2 Kadmium (Cd)	15
2.3.3 Arsen (As).....	17
2.4 Bioakumulasi Logam Berat.....	18
2.5 Bioakumulasi Logam Berat pada Rumput Laut	20
2.6 <i>Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry</i> (ICP-MS).....	21

2.6.1	Prinsip Kerja ICP-MS	22
2.6.2	Pembacaan ICP-MS	22
2.6.3	Perhitungan	23
2.7	Indeks Logam Berat	24
2.7.1	<i>Geo-Accumulation Index (Igeo)</i>	24
2.7.2	<i>Contamination Factor (CF)</i>	24
2.7.3	<i>Bio Concentration Factor (BCF)</i>	25
III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS		26
3.1	Kerangka Konsep Penelitian	26
3.2	Hipotesis Penelitian	29
IV METODOLOGI PENELITIAN.....		30
4.1	Tempat dan Waktu Penelitian	30
4.2	Materi Penelitian	31
4.2.1	Peralatan Penelitian.....	31
4.2.2	Bahan Penelitian.....	32
4.3	Metode Penelitian.....	32
4.4	Prosedur Kerja.....	32
4.4.1	Pengambilan Sampel Rumput Laut (<i>C. racemosa</i>).....	32
4.4.2	Pengambilan Sampel Air.....	33
4.4.3	Pengambilan Sampel Sedimen.....	33
4.4.4	Pengukuran Kualitas Air	34
4.4.5	Pengujian Laboratorium.....	34
4.4.6	Analisis Data	34
4.5	Diagram Alir Penelitian.....	37
V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
5.1	Hasil.....	38
5.1.1	Hasil Pengujian Logam Berat Pb, Cd, dan As	38
5.1.2	Analisis Data	40
5.1.3	Kualitas Air	42
5.2	Pembahasan	44
5.2.1	Logam Berat Pb, Cd, dan As pada Rumput Laut (<i>C. racemosa</i>)....	44
5.2.2	Logam Berat Pb, Cd, dan As pada Air.....	45
5.2.3	Logam Berat Pb, Cd, dan As pada Sedimen	47
5.2.4	Sumber Logam Berat Pb, Cd, dan As	49
5.2.5	Analisis Data	50
5.2.6	Kualitas Air	52

5.2.7	Dampak	56
5.2.8	Upaya Mereduksi	57
VI KESIMPULAN DAN SARAN		59
6.1	Kesimpulan.....	59
6.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. <i>C. racemosa</i> (A) dan bagian-bagian <i>C. racemosa</i> (B)	6
Gambar 2. Proses Masuknya Logam Berat ke Lingkungan Perairan	20
Gambar 3. Kerangka Konsep Penelitian	28
Gambar 4. Peta Lokasi Tambak Tradisional di Brondong, Lamongan	30
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 6. Grafik Hasil Rata-Rata Pengujian Sampel <i>C. racemosa</i>	38
Gambar 7. Grafik Hasil Rata-Rata Pengujian Sampel Air.....	39
Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Sampel Sedimen	40
Gambar 9. Grafik Hasil Analisis Data Igeo dan CF.....	41
Gambar 10. Grafik Hasil Analisis Data BCF.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kualitas Air Tambak Budidaya Rumput Laut (<i>C. racemosa</i>)	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Hasil Pengujian Logam Berat pada Sampel <i>C. racemosa</i>	68
Lampiran 2. Hasil Pengujian Logam Berat pada Sampel Air	70
Lampiran 3. Hasil Pengujian Logam Berat pada Sampel Sedimen	71
Lampiran 4. Perhitungan Indeks Logam Berat	72
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian	74