

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Al-Rub, F.A., M.H. El-Naas, & M. Al-Marzouqi. 2006. Biosorption of Copper on *Chlorella Vulgaris* From Single, Binary and Ternary Metal Aqueous Solutions, *Process Biochemistry*, Elsevier, 457-464.
- Anggadiredja, J.T., A. Zatinika, H. Purwato, & S. Istini. 2008. Rumput laut, Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Arifin, Z. 2008. Beberapa Unsur Mineral Esensial Mikro Dalam Sistem Biologi dan Metode Analisisnya, *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(3),99-105
- Aslan, M. L. 1999. Budidaya Rumput Laut. Kanisius. Yogyakarta.
- Aslan, M. L. 2008. Rumput Laut, Cetakan VII, KANISIUS, Yogyakarta, 97.
- Austin, G. T. 1984. Shreve's Chemical Process Industries, Fifth Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Begin C, & R.E. Scheibling. 2003. Growth and Survival of the Invasive Green Alga *Codium fragile* spp, *tomentosoides* in Tidepools on A Rocky Shore in Nova Scotia, *Botanica Marina* 46:404–412.
- Buhani & Suharso. 2009. Immobilization of *Nannochloropsis* sp biomass by solgel technique as adsorbent of metal ion Cu (II) from aqueous solution, *Asian J, Chem*, 21(5): 3799-3808.
- Chandra, B., Z. Azizah, & A. Silvia. 2018. Analisis Kandungan Logam Pb, Cd, Dan Zn Pada Daerah Bungus Teluk Kabung Dan Tarusan Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom, *Jurnal Farmasi Higea, STIFARM, Padang*.
- Chapman, V.J., & D.J. Chapman. 1980. *Seaweed and Their Uses*, Third edition, Chapman and Hall, New York: 30 – 97.
- Connel, D.W., & G.J. Miller. 2006. *Kimia dan Etoksikologi Pencemaran*, Diterjemahkan oleh Koestoer S., hal, 419, Jakarta: Indonesia University Press.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius: Yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- Grosell, M., J. Blanchard, K. Brix, & R. Gerdes. 2007. Physiology is Pivotal for Interactions Between Salinity and Acute Copper Toxicity to Fish and Invertebrates. *Aquatic Toxicology*. 84:162- 172.

- Habibi, Y. 2020. Validasi Metoda Destruksi Basah dan Destruksi Kering Pada Penentuan Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Tanaman Rumput, Jurnal Laboratorium Terpadu, Univesitas Islam Indonesia.
- Handayanto, E., Y. Nuraini, N. Muddarisna, N. Syam, & A. Fiqri. 2017. Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah, Malang: UB Press.
- Harahap, M.R., M. Yulian, & N.A. Akhir. 2019. Analisis Logam Timbal Dan Tembaga Terhadap Daya Serap Rumput Laut *Gracilaria* sp. Sebagai Biosorben, AMINA.
- Hardiani, H., T. Kardiansyah, & S. Sugesty. 2011. Bioremediasi logam timbal (Pb) dalam tanah terkontaminasi limbah sludge industri kertas proses deinking, Jurnal Selulosa, 1(1), 31-41.
- Hartati, R.I., Riyantini, & A. Djunaedi. 1993. Pemantauan Logam-logam Berat pada Kenang-kerangan yang Dihasilkan dari Perairan Pantai Utara Gunung Muria, PPLH Undip, Semarang, 38 Hal.
- Hasan, B., & Lasire. 2017. Aktivasi Adsorben Dari Rumput Laut *Sargassum* sp. Menggunakan Asam Klorida, Jurusan Teknik Kimia PNUP, Kota Makassar
- Hutagalung, H.P. 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dalam Beberapa Perairan Indonesia. Puslitbang. Oseanologi LIPI. Jakarta. Hlm 45 – 59.
- Hutagalung, H.P. 1994. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Ibrahim, B., D.R. Sukarsa, & L. Aryanti. 2012. Pemanfaatan Rumput Laut *Sargassum* sp. Sebagai Adsorben Limbah Cair Industri Rumah Tangga Perikanan, Jurnal Ilmu Perairan, Bali: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.
- Kang C.H., Y.H. Choi, S.Y. Park, & G.Y. 2012. Anti-inflammatory effects of methanol extract of *Codium fragile* in lipopolysaccharidestimulated RAW 264.7 cells. J Med Food. 15: 44-50.
- Karangan, J., S. Bambang, & Sulardi. 2019. Uji Keasaman Air Dengan Alat Sensor Ph Di Stt Migas Balikpapan, Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil, Vol, 2 (1).
- Khatimah, K., M.F. Samawi, & M. Ukkas. 2016. Analisis Logam Timbal (Pb) Pada *Caulerpa racemosa* yang Dibudidayakan di Perairan Dusun Puntondo Kabupaten Takalar, Jurnal Rumput Laut Indonesia (2016) 1 (1): 46-51.
- Kusuma, I.D.G.D.P., N.M. Wiratini, & I.G.L. Wiratma. 2014. Isoterm Adsorpsi Cu²⁺ Oleh Biomassa Rumput Laut *Eusceuma spinosum*, e-Journal Kimia Visvitalis Universitas Pendidikan Ganesha, 2(1),1-10.

- Laws E.A. 1993. Aquatic pollution: An introductory text, John Wiley and Sons, Inc, New York, 611 p.
- Luoma, S.N., & P.S. Rainbow. 2008. Metal contamination in aquatic environment: science and lateral management, Cambridge University Press, Cambridge, 556p.
- Mahatama, E., & M. Farid. 2013. Daya Saing dan Saluran Pemasaran Rumput Laut: Kasus Kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan (Seaweed Competitiveness and Marketing Channels: The Case of Jeneponto Regency, South Sulawesi), Jakarta Pusat: Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan.
- Mance, G. 1987. Pollution Threat of Heavy Metals in Aquatic Environments, Elsevier Applied Science, England, 372 p.
- Meador, J. P., D.W. Ernest, & A.N. Kogley. 2005. Science of the Total Environmental. 339:189.
- Moriarty, F. 1988. Ecotoxicology. The study of pollutant in ecosystem. 2th ed Academic Press. Inc London 241 pp.
- Muhajir, Edward, & A. Fasmi. 2004. Akumulasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Cr Dalam Sedimen di Muara Sungai Cisadane, Ciliwung dan Citarum, Teluk Jakarta, Jurnal Ilmiah Sorihi; III (01) 83-98.
- Navya, P., & S.S. Khora. 2016. Oyster Thief (*Codium fragile*): A Vital Marine Alga. International Journal of PharmTech Research, Vol.9(5), 315-328pp.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara: Djambatan, Jakarta.
- Palar, H. 2012. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, Cetakan IV, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan BPOM Nomor 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemarkan Logam Berat Dalam Pangan Olahan.
- Pratiwi, A.R., N. William, & P. Arif. 2014. Analisis Kandungan Logam Berat (Pb) Dan (Cd) Terhadap Lamun (*Enhalus acoroides*) Sebagai Bioindikator Di Perairan Tanjung Lanjut Kota Tanjungpinang, Jurnal Garba Rujukan Digital.
- Pocino, M., B. Leslie, & M. Ines. 1991. Influence of The Oral Administration of Excess Copper on The Immune Response. Fundamental App. Toxicological Science, 16(2): 249 – 256.
- Putra, S.E. 2006. Tinjauan Kinetika dan Termodinamika Proses, Adsorpsi Ion Logam Pb, Cd, dan Cu oleh Biomassa Alga *Nannochloropsis* sp, Yang

Diimmobilisasi Polietilamina-Glutaraldehyd, Laporan Penelitian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

- Putri, B., M. Raharjo, & N.A.Y. Dewanti. 2016. Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal Di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang, Jurnal Kesehatan Masyarakat 4(5): 122.
- Rahadiati, A., S. Kadarwan, W. Yusli, & D. Sutrisno. 2018. Pemetaan Sebaran Budidaya Rumput Laut: Pendekatan Analisis Miltitemporal, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Institut Pertanian Bogor.
- Raya, I., & Ramlah. 2012. Bioakumulasi Ion Cd (II) Pada Rumput Laut *Euchema cottoni*, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rizkiana, L., S. Karina, & Nurfadillah. 2017. Analisis timbal (Pb) pada Sedimen dan Air Laut di Kawasan Pelabuhan Nelayan Gampong Deah Glumpang Kota Banda Aceh. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah. 2 (1), 89-96.
- Romera, E., F. Gonzalez, A. Ballester, M.L. Blazquez, & J.A. Munoz. 2006. Comparative study of biosorption of heavy metals using different types of algae, Science Direct.
- Siaka, I.M. 2008. Korelasi Antara Kedalaman Sedimen Di Pelabuhan Benoa Dan Konsentrasi Logam Berat Pb Dan Cu, Jurnal Kimia, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bali.
- Siaka, I.M., N.G.A.M.D.A. Suastuti, & I.P.B. Mahendra. 2016. Distribusi Logam Berat Pb dan Cu Pada Air Laut, Sedimen Di Perairan Pantai Pandawa, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Udayana, Bali.
- Subowo, M.S., Widodo, & A. Nugraha. 1999. Status dan Penyebaran Pb, Cd dan Pestisida pada Lahan Sawah Intensifikasi di Pinggir Jalan Raya, Prosiding, Bidang Kimia dan Bioteknologi Tanah, Puslitanak, Bogor.
- Sudarmaji, J. Mukono, & I.P. Corie. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya terhadap Kesehatan, J Kes, Ling, 2(2):129-142.
- Sudiarta, I.W. 2009. Biosorpsi Ion Cr (III) Pada Rumput Laut *Eucheuma spinosum* Teraktivasi Asam Sulfat, Jurnal Kimia, Bali: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, ISSN 1907- 9850, 3 (2), hal, 93-100.
- Suhada, F.A., & A. Taty. 2019. Perbandingan Kemampuan *Sargassum sp.* dan Alginat Sebagai Adsorben Logam Cu Dengan Variasi pH, Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval logam berat dengan menggunakan mikroorganisme: suatu kajian kepustakaan, Japan: ISTECS.

- Sunoko, H.R., A. Hardiyanto, & S. Budi. 2011. Dampak Aktivitas Transportasi Terhadap Kandungan Timbal (Pb) Dalam Udara Ambient di Kota Semarang, Jurnal Universitas PGRI Semarang.
- Surbakti, P. 2011. Analisis Logam Berat Cadmium (Cd), Cuprum (Cu), Cromium (Cr), Ferrum (Fe), Nikel (Ni), Zinkum (Zn) pada Sedimen Muara Sungai Asahan di Tanjung Balai dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) : Tesis, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Tarigan, Z., Edward, & A. Rozak. 2003. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni Dalam Air Laut dan Sedimen di Muara Sungai Membramo, Papua Dalam Kaitannya dengan Kepentingan Budidaya Perikanan, Jurnal Makara Sains, 3(7), 119–127.
- Trowbridge C.D. 1998. Ecology of the green macroalga *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889: Invasive and non-invasive subspecies. Oceanography and Marine Biology: an Annual Review 36: 1–64.
- Walhi. 2006. Dampak Lingkungan Hidup Operasi Pertambangan Tembaga dan Emas FreeportRio Tinto di Papua, WALHI, Jakarta Indonesia.
- Wardani, D.A.K., N.K. Dewi, & N.R. Utami. 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang, J, Biologi, 3(1):1-8.
- Warni, D., K. Sofyatuddin, & Nurfadillah. 2017. Analisis Logam Pb, Mn, Cu, dan Cd Pada Sedimen di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat, Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah, Vol, 2(2): 246-253.
- Widowati, W., A. Sastiono, & R. Jusuf. 2008. Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran, Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Winarno, F.G. 1993. Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen, PT, Gramedia Pusat Utama, Jakarta.
- WoRMS (World Register of Marine Species). 2015. *Codium fragile* (Suringar) Hariot, 1889, Tersedia: <http://www.marinespecies.org/>, (Diakses tanggal 3 Februari 2021).
- Yanthy, K.I., E. Sahara, & K.S.P. Dewi. 2013. Spesiasi dan Bioavailabilitas Logam Tembaga (Cu) pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen di Kawasan Pantai Sanur. Jurnal Kimia. 7(2):141-152.
- Yudo, S. 2006. Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai DKI Jakarta, JAI Vol, 2(1).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil uji statistik *oneway* ANOVA logam Cu pada *C. fragile*

Descriptives

Logam Cu pada *C. fragile*

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Stasiun 1	4	4.9650	1.39985	.69992	2.7375	7.1925	3.78	6.88
Stasiun 2	4	6.6300	1.04413	.52206	4.9686	8.2914	5.85	8.17
Stasiun 3	4	6.1575	1.12126	.56063	4.3733	7.9417	5.10	7.62
Total	12	5.9175	1.30771	.37750	5.0866	6.7484	3.78	8.17

Test of Homogeneity of Variances

Logam Cu pada *C. fragile*

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.198	2	9	.824

ANOVA

Logam Cu pada *C. fragile*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.890	2	2.945	2.051	.184
Within Groups	12.921	9	1.436		
Total	18.811	11			

Lampiran 2. Hasil uji statistik *oneway* ANOVA logam Cu pada air laut

Descriptives

Logam Cu pada Air Laut

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Stasiun 1	4	.3625	.03500	.01750	.3068	.4182	.32	.40
Stasiun 2	4	.2350	.03416	.01708	.1806	.2894	.20	.28
Total	8	.2987	.07530	.02662	.2358	.3617	.20	.40

Test of Homogeneity of Variances

Logam Cu pada Air Laut

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.045	1	6	.838

ANOVA

Logam Cu pada Air Laut

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.033	1	.033	27.188	.002
Within Groups	.007	6	.001		
Total	.040	7			

Independent Samples T Test

Group Statistics

	Stasiun	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Cu Air Laut	Stasiun 1	4	.3625	.03500	.01750
	Stasiun 2	4	.2350	.03416	.01708

Lampiran 3. Lanjutan

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Cu Air Laut	Equal variances assumed	.045	.838	5.214	6	.002	.12750	.02445	.06767	.18733
	Equal variances not assumed			5.214	5.996	.002	.12750	.02445	.06766	.18734

Lampiran 4. Hasil uji statistik *oneway* ANOVA logam Pb pada *C. fragile*

Descriptives

Logam Pb pada *C. fragile*

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Stasiun 1	4	.1075	.02062	.01031	.0747	.1403	.09	.13
Stasiun 2	4	.0400	.02160	.01080	.0056	.0744	.02	.07
Stasiun 3	4	.0350	.01291	.00645	.0145	.0555	.02	.05
Total	12	.0608	.03848	.01111	.0364	.0853	.02	.13

Test of Homogeneity of Variances

Logam Pb pada *C. fragile*

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.808	2	9	.476

ANOVA

Logam Pb pada *C. fragile*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.013	2	.007	18.591	.001
Within Groups	.003	9	.000		
Total	.016	11			

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Multiple Comparisons

LSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Stasiun 1	Stasiun 2	.06750*	.01328	.001	.0375	.0975
	Stasiun 3	.07250*	.01328	.000	.0425	.1025
Stasiun 2	Stasiun 1	-.06750*	.01328	.001	-.0975	-.0375
	Stasiun 3	.00500	.01328	.715	-.0250	.0350
Stasiun 3	Stasiun 1	-.07250*	.01328	.000	-.1025	-.0425
	Stasiun 2	-.00500	.01328	.715	-.0350	.0250

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 5. Data parameter fisika dan kimia

Ulangan	Parameter Fisik	S1	S2
Kimia			
1	Suhu	27	28
2		27	28
3		27	28
4		28	28
Rata-rata		27,25	28
1	Salinitas	33	34
2		34	34
3		34	34
4		34	33
Rata-rata		33,75	33,75
1	Kekeruhan	4,72	2,7
2		3,93	2,71
3		4,07	3,53
4		4,58	3,04
Rata-rata		4,33	3,00
1	pH	7,59	7,63
2		7,57	7,63
3		7,58	7,59
4		7,63	7,63
Rata-rata		7,59	7,62

Lampiran 6. Dokumentasi pengambilan sampel lapangan



Gambar 5. Pengambilan sampel air



Gambar 6. Pengambilan data suhu

Lampiran 7. Lanjutan



Gambar 7. Pengambilan sampel *C. fragile*

Lampiran 8. Analisis sampel di Laboratorium



Gambar 8. Proses pembersihan sampel *C. fragile*

Lampiran 9. Lanjutan



Gambar 9. Pengeringan sampel *C. fragile* untuk kemudian dianalisis dengan ICP-OES

Lampiran 10. Pengukuran data parameter lingkungan



Gambar 10. Pengukuran parameter lingkungan (pH, salinitas, kekeruhan)