

ANALISIS LOGAM TIMBAL (Pb) DAN BESI (Fe) DALAM AIR LAUT DI WILAYAH PESISIR PELABUHAN FERRY TAIPA KECAMATAN PALU UTARA

The Analysis of Lead (Pb) and Iron (Fe) Metals in The Sea Water of Coastal Area of Taipa's Ferry Harbor Subdistrict of North Palu

Ika, *Tahril dan Irwan Said

Pendidikan Kimia/FKIP - University of Tadulako, Palu - Indonesia 94118

Received 14 November 2012, Revised 20 November 2012, Accepted 22 November 2012

Abstract

The analysis of lead (Pb) and iron (Fe) analysis have been done in Taipa's sea water. The objective is to determine the level of lead and iron metals using spectrophotometry method. The sea water samples were taken in the morning and afternoon at three different places. The distance of 3 samples are approximately 5 m, 10 m, and 15 m from the harbour and about 5 m from the seashore. The result of the analysis level of lead and iron metals from 3 points for lead taken in the morning, point A is 0.919 mg/L, point B is 0.703 mg/L, and point C is 0.810 mg/L. While, taken in the afternoon, the lead level point A is 0.729 mg/L, point B is 0.837 mg/L, and point C is 0.729 mg/L. For the iron level taken in the morning, point A is 0.394 mg/L, point B is 0.546 mg/L, and point C is 0.324 mg/L. Meanwhile, in the afternoon the iron level, point A is 0.449 mg/L, point B is 0.365 mg/L, and point C is 0.504 mg/L. The concentration of lead metal in the sea water is in range 0.703 mg/L – 0.919 mg/L. The concentration is higher than limit ranges value of lead metal 0.025 mg/L. The concentration of iron metal in the sea water of Taipa's harbor is about 0.324 mg/L – 0.546 mg/L. Its concentration is higher than limit for value iron metal 0.01 mg/L.

Keywords: Lead, Iron, Sea Water, Contamination, Coastal area

Pendahuluan

Air laut adalah suatu komponen yang berinteraksi dengan lingkungan daratan, dimana buangan limbah dari daratan akan bermuara ke laut. Limbah yang mengandung polutan tersebut akan 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.

Perairan laut Indonesia selain dimanfaatkan sebagai sarana perhubungan lokal maupun internasional, juga memiliki sumber daya laut yang sangat kaya, antara lain sumber daya perikanan, terumbu karang, mangrove, bahan tambang, dan daerah pesisir pantai dapat dimanfaatkan sebagai wisata yang menarik (Rengki, 2011).

Sulawesi Tengah dalam hal ini khususnya perairan laut Taipa, memegang peran

penting dalam menunjang kebutuhan hidup dari sebagian masyarakatnya, yang paling umum adalah berupa kebutuhan ikan serta adanya budidaya rumput laut yang dapat meningkatkan pendapatan bagi sebagian masyarakat terutama nelayan. Selain itu juga terdapat sebuah pelabuhan, yaitu pelabuhan kapal ferry yang digunakan sebagai tempat pelabuhan penyeberangan yang menghubungkan antar pulau. Pada pelabuhan ini banyak terjadi kegiatan manusia. Kegiatan manusia yang dimaksud adalah aktivitas kapal laut yang keluar masuk pelabuhan guna melakukan aktivitas bongkar muat barang dan juga penggantian bahan bakar minyak oleh kapal-kapal (Syafitrianto, 2010). Aktivitas pelabuhan dapat menjadi salah satu sumber pencemaran logam berat di perairan sekitarnya (Amin dkk, 2011). Umumnya bahan bakar minyak mendapat zat tambahan tetraethyl yang mengandung Pb untuk meningkatkan mutu, sehingga limbah dari kapal-kapal tersebut dapat menyebabkan kadar Pb di perairan tersebut menjadi tinggi (Rochyatun dkk, 2006). Logam berat Pb yang terkandung dalam bahan

*Korespondensi:

Tahril

Program Studi Pendidikan kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako

email: tahrilbuhari@yahoo.co.id

© 2012 - Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Tadulako

bakar sebagai anti pemecah minyak (seperti Pb tetraethyl dan tetramethyl) ini kemudian dilepaskan ke atmosfer melalui alat pembuangan asap dan bagian ini kemudian terlarut dalam laut. Selain itu aktivitas manusia yang terjadi di daratan seperti buangan limbah rumah tangga melalui sampah-sampah metabolik dan korosi pipa-pipa air yang mengandung logam-logam berat juga dapat memberikan andil yang cukup besar terhadap masuknya logam-logam berat di perairan laut.

Pencemaran laut diartikan sebagai adanya kotoran atau hasil buangan aktivitas makhluk hidup yang masuk ke daerah laut (Rengki, 2011). Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri (Parawita dkk, 2009). Pencemaran laut dibatasi sebagai dampak negatif (pengaruh yang membahayakan) bagi kehidupan biota, sumber daya, kenyamanan ekosistem laut serta kesehatan manusia yang disebabkan oleh pembuangan bahan-bahan atau limbah secara langsung atau tidak langsung yang berasal dari kegiatan manusia (Yennie dan Martini, 2005). Pencemaran laut secara langsung maupun tidak langsung dapat disebabkan oleh pembuangan limbah ke dalam laut, dimana salah satu bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah adalah logam berat yang beracun (Hala dkk, 2005). Penurunan kualitas air diakibatkan oleh adanya zat pencemar, baik berupa komponen-komponen organik maupun anorganik. Komponen-komponen anorganik, diantaranya adalah logam berat yang berbahaya (Siaka, 2008).

Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit terurai, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai.

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak pada pengaruh yang diakibatkan bila logam ini diberikan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, namun sebagian dari logam berat tersebut tetap dibutuhkan dalam jumlah yang sangat kecil. Bila kebutuhan yang sangat sedikit itu tidak dipenuhi, maka dapat berakibat fatal bagi kelangsungan hidup organisme

(Rusman, 2010). Faktor yang menyebabkan logam tersebut dikelompokkan ke dalam zat pencemar yaitu logam berat tidak dapat terurai melalui biodegradasi seperti pencemar organik, logam berat dapat terakumulasi dalam lingkungan terutama sedimen sungai dan laut, karena dapat terikat dengan senyawa organik dan anorganik, melalui proses adsorpsi dan pembentukan senyawa kompleks (Susiaty dkk, 2009).

Besi merupakan logam berat yang dibutuhkan dimana zat ini dibutuhkan dalam proses untuk menghasilkan oksidasi enzim cytochrome dan pigmen pernapasan (haemoglobin). Logam ini akan menjadi racun apabila keadaannya terdapat dalam konsentrasi di atas normal (Hasbi, 2007).

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, contoh logam berat ini adalah Fe. Keberadaan besi dalam air laut juga dapat bersumber dari perkaratan kapal-kapal laut dan tiang-tiang pancang pelabuhan yang mudah berkarat. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat non esensial atau beracun, dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun seperti Pb. Secara alamiah timbal dapat masuk ke dalam badan perairan melalui pengkristalan timbal di udara dengan bantuan air hujan (Khasanah, 2009).

Kandungan logam berat yang menumpuk pada air laut dan sedimen akan masuk ke dalam sistem rantai makanan dan berpengaruh pada kehidupan organisme (Said dkk, 2009).

Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai alergen, mutagen, atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernafasan, dan pencernaan. Masing-masing logam berat tersebut memiliki dampak negatif terhadap manusia jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar dalam waktu yang lama.

Kegiatan atau aktivitas di laut yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut antara lain: perkapalan, dumping di laut, pertambangan, eksplorasi dan eksploitasi minyak, budidaya laut, dan perikanan (Sugara,

2012).

Laut juga mempunyai arti penting bagi kehidupan makhluk hidup seperti manusia, ikan, tumbuh-tumbuhan, dan biota laut lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa sektor kelautan mempunyai potensi yang sangat besar untuk dapat ikut mendorong pembangunan di masa kini maupun masa depan. Oleh karena itu, laut yang merupakan suatu sumber daya alam, sangat perlu untuk dilindungi. Hal ini berarti pemanfaatannya harus dilakukan dengan bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan yang akan datang (Rengki, 2011).

Suatu hal yang menjadi masalah, luas dan besar dijadikannya lautan sebagai tempat penampungan bagi kegiatan kehidupan di darat dan di laut, karena dianggap mampu mengelola limbah. Namun ternyata proses fisika dan kimiawi berlangsung tidak secepat yang diperkirakan. Masuknya unsur lain ke dalam lingkungan laut memberi dampak pada keseimbangan ekosistem secara keseluruhan (Sumarni, 2004).

Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Analitik Pertanian Universitas Tadulako sebagai tempat dilakukannya analisis kimia, sedangkan untuk pengambilan sampel yaitu pada air laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu seperangkat alat SSA Type Spektra AA 30, Botol berwarna gelap 150 mL, Labu ukur 25 mL, Gelas ukur 50 mL, pH meter. Sedangkan untuk Bahan yang digunakan yaitu Bahan-bahan yang digunakan yaitu Air laut, Aquades, HNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$.

Prosedur Kerja

- Pengambilan sampel dan penyiapan cuplikan
- Pembuatan deret kerja dan kurva kalibrasi

Dari larutan standar Pb dan Fe 1000 ppm dibuat deret kerja sebagai berikut :

- Untuk logam Pb: 5 ppm; 10 ppm; 15 ppm dan 20 ppm
- Untuk logam Fe: 2,5 ppm; 5,0 ppm; 7,5 ppm dan 10,0 ppm

Kemudian terhadap deret ini, diukur serapannya pada panjang gelombang 217 nm untuk logam timbal dan pada panjang gelombang 248,3 nm untuk logam besi.

- Penentuan kadar logam dengan alat SSA.

Hasil dan Pembahasan

Sampel diambil pada waktu pagi dan sore hari, kemudian ditetesi asam nitrat (HNO_3), dimana asam nitrat berfungsi sebagai pengawet. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis dengan menggunakan alat SSA.

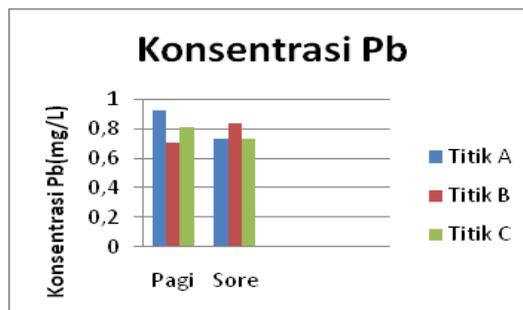
Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah logam yang mendapat perhatian utama dalam segi kesehatan, karena dampaknya pada sejumlah besar orang akibat keracunan makanan atau udara yang terkontaminasi Pb memiliki sifat toksik berbahaya (Yusuf dkk, 2005).

Timbal (Pb) juga salah satu logam berat yang mempunyai daya toksitas yang tinggi terhadap manusia karena dapat merusak perkembangan otak pada anak-anak, menyebabkan penyumbatan sel-sel darah merah, anemia dan mempengaruhi anggota tubuh lainnya. Timbal dapat diakumulasi langsung dari air dan dari sedimen oleh organisme laut (Purnomo, 2009).

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan dengan menggunakan persamaan regresi linear yakni $y = a + bx$ maka diperoleh konsentrasi timbal (Pb) pada sampel yang terlihat pada Gambar 1.

Sampel air laut yang di ambil pada waktu pagi hari yaitu pada titik A = 0,919 mg/L, pada



Gambar 1 Grafik konsentrasi logam timbal (Pb) pada pagi dan sore hari

titik B= 0,703 mg/L dan pada titik C= 0,810 mg/L, selanjutnya konsentrasi timbal (Pb) pada sampel air laut yang diambil pada waktu sore hari yaitu pada titik A= 0,729 mg/L, pada titik B= 0,837 mg/L dan pada titik C= 0,729 mg/L. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa konsentrasi timbal pada air laut Taipa bagian pelabuhan ferry berkisar antara 0,703 mg/L – 0,919 mg/L sehingga dapat diketahui bahwa air laut tersebut telah tercemar oleh logam timbal, hal ini diketahui dari NAB logam berat timbal dalam air laut yaitu 0,025 mg/L.

Logam berat timbal sangat beracun, mempunyai sifat bioakumulatif dalam tubuh organisme air, dan akan terus diakumulasi hingga organisme tersebut tidak mampu lagi mentolerir kandungan logam berat timbal dalam tubuhnya. Karena sifat bioakumulatif logam berat timbal, maka bisa terjadi konsentrasi logam tersebut dalam bentuk terlarut dalam air adalah rendah, dalam sedimen semakin meningkat akibat proses-proses fisika, kimia dan biologi perairan, dan dalam tubuh hewan air meningkat sampai beberapa kali lipat (Sitorus, 2004).

Logam berat secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan manusia seperti Timbal (Pb) dapat mengakibatkan penghambatan sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia, terganggunya sistem syaraf pusat dan tepi, sistem ginjal, sistem reproduksi, idiot pada anak - anak, sawan (epilepsi), cacat rangka dan merusak sel - sel somatik. Walaupun jumlah Timbal (Pb) yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal ini disebabkan senyawa - senyawa Timbal (Pb) dapat memberikan efek racun terhadap banyak organ yang terdapat dalam tubuh (Palar, 2004).

Logam Besi (Fe)

Dalam air besi tersuspensi dan berwarna kecoklatan. Suspensi yang terbentuk akan segera menggumpal dan mengendap di dasar badan air (Suciastuti dan Sutrisno, 2002). Besi (Fe) termasuk dalam golongan logam transisi. Suatu sifat khas logam ini, ialah kebanyakan logam ini cenderung untuk memperlihatkan beberapa keadaan oksidasi. Sifat-sifat yang lain adalah unsur-unsur transisi memiliki orbital d atau f yang belum terisi penuh (Syam, 2004).

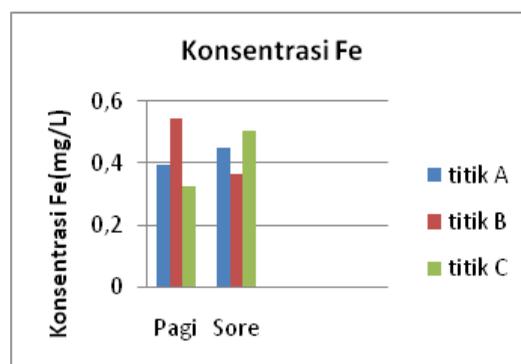
Zat besi (Fe) merupakan suatu komponen dari berbagai enzim yang mempengaruhi seluruh reaksi kimia yang penting di dalam tubuh meskipun sukar diserap (10-15%). Besi juga merupakan komponen dari hemoglobin yaitu sekitar 75%, yang memungkinkan sel darah merah membawa oksigen dan mengantarkannya ke jaringan tubuh (Admin, 2009). Logam besi (Fe) sebenarnya adalah mineral yang dibutuhkan tubuh untuk pembentukan hemoglobin, terdapat pada buah, sayuran, serta suplemen makanan (Pratama dkk, 2012). Pada tanaman lamun besi merupakan bagian dari enzim tertentu dan protein yang

berfungsi sebagai pembawa elektron pada fase terang fotosintesis dan respirasi (Tahril dkk, 2011).

Kadar besi dalam perairan alami berkisar antara 0,05-0,2 mg/L. Pada air tanah dalam dengan kadar oksigen yang rendah, kadar besi dapat mencapai 10-100 mg/L, pada air hujan mengandung besi sekitar 0,05 mg/L, sedangkan pada air laut sekitar 0,01 mg/L (Effendi, 2003).

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan dengan menggunakan persamaan regresi linear yakni $y = a + bx$ maka diperoleh konsentrasi besi (Fe) pada sampel yang terlihat pada Gambar 2.

Konsentrasi besi (Fe) pada sampel air laut yang diambil pada waktu pagi hari yaitu



Gambar 2 Grafik konsentrasi logam besi (Fe) pada pagi dan sore hari

pada titik A = 0,394 mg/L, pada titik B = 0,546 mg/L dan pada titik C = 0,324 mg/L, selanjutnya konsentrasi besi pada sampel air laut yang diambil pada waktu sore hari yaitu pada titik A = 0,449 mg/L, pada titik B = 0,365 mg/L dan pada titik C = 0,504 mg/L. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa konsentrasi besi pada air laut Taipa bagian pelabuhan ferry berkisar antara 0,324 mg/L - 0,546 mg/L, sehingga dapat diketahui bahwa air laut tersebut telah tercemar oleh logam besi, hal ini diketahui dari NAB logam berat besi dalam air laut yaitu 0,01 mg/L.

Tingginya konsentrasi besi di perairan diduga disebabkan oleh aktivitas manusia yang terjadi di daratan yaitu buangan limbah rumah tangga yang mengandung besi dan korosi pipa-pipa air yang mengandung logam besi. Peningkatan konsentrasi timbal juga disebabkan karena adanya pengikisan batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin serta pengkaratan kapal-kapal laut dan tiang-tiang pancang pelabuhan yang mudah berkarat.

Kelebihan zat besi bisa menyebabkan keracunan dimana terjadi muntah, kerusakan

usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, mudah marah, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, cardiomyopathies, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, kulit kehitam-hitaman, sakit kepala, gagal hati, hepatitis, hiperaktif, infeksi, insomnia, sakit liver, masalah mental, rasa logam di mulut, myasthenia gravis, nausea, nevi, mudah gelisah, dan iritasi, Parkinson, rematik, sikopenia, sariawan perut, sickle-cell anemia, keras kepala, strabismus, gangguan penyerapan vitamin dan mineral, serta hemokromatin (Admin, 2009).

Kesimpulan

Konsentrasi logam timbal pada air laut di wilayah pesisir Pelabuhan ferry Taipa yaitu berkisar antara 0,703 mg/L – 0,919 mg/L, konsentrasi tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan NAB logam Timbal yaitu 0,025 mg/L. Konsentrasi logam besi pada air laut di wilayah pesisir Pelabuhan ferry Taipa yaitu berkisar antara 0,324 mg/L – 0,546 mg/L, konsentrasi tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan NAB logam besi yaitu 0,01 mg/L.

Referensi

- Admin. (2010). Penghilangan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air. Diunggah kembali dari <http://smk3ae.wordpress.com/2010/08/28/penghilangan-besi-fe-dan-mangan-mn-dalam-air-2/>.
- Alamsyah. (2010). Distribusi logam berat timbal (Pb) dan kromium (Cr) dalam air muara sungai Poboya. (Skripsi). UNTAD Press, Palu.
- Amin, B., Afriyani, E., & Saputra, A. M. Distribusi spasial logam Pb dan Cu pada sedimen dan air laut permukaan di perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi*, 2(1), 1–8.
- Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air. Yogyakarta: Kanisius.
- Garno, S. Y. (2001). Kandungan beberapa logam berat di perairan pesisir timur pulau Batam. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(3), 281-286.
- Hala, Y., Wahab, A. W., & Meilanti, H. (2005). Analisis kandungan ion timbal dan seng pada kerang darah (anadara granosa) di perairan pelabuhan Pare-Pare. *Jurnal Marina Chimica Acta*, 6(2).12-16.
- Hasbi, R. (2007). Analisis polutan logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam sedimen laut pelabuhan Pantoloan berdasarkan kedalamannya (skripsi). UNTAD Press, Palu.
- Khasanah, N. E. (2009). Adsorpsi logam berat. *Jurnal Oseana*, 34(4), 1-7.
- Palar, H. (1995). Pencemaran dan etoksologi logam berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Parawita, D., Insafitri., & Nugraha, A.W. (2009). Analisis konsentrasi logam berat timbal (Pb) di muara sungai Porong. *Jurnal Kelautan*, 2(2), 34-41.
- Pratama, G. A., Pribadi, R., & Maslukah, L. (2012). Kandungan logam berat Pb dan Fe pada air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di sungai Tapak kelurahan Tugurejo kecamatan Tugu Kota Semarang. *Jurnal of Marine Research*. 1(1), 133-137.
- Purnomo, D. (2009). Logam berat sebagai penyumbang pencemaran air laut. Di Unggah kembali dari <http://masdony.wordpress.com/2009/04/19/logam-berat-sebagai-penyumbang-pencemaran-air-laut/>.
- Rengki. (2011). Kandungan logam berat pada air laut permukaan dan sedimen serta pencemaran limbah padat. Diunggah kembali dari <http://rengkiik08.blogspot.com/2011/01/kandungan-logam-berat-pada-air-laut.html>.
- Retyoadhi, Y. A., Susanto, T., Martati, E. (2005). Kajian cemar logam timbal (Pb), total mikrobia dan e.coli pada kerang darah (*Anadara granosa* linn) segar di kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(3), 203-211.
- Rochyatun, E., Kaisupy, T.M., & Rozak, A. (2006). Distribusi logam berat dalam air dan sedimen di perairan muara sungai Cisadane. *Jurnal Makara, Sains*, 10(1), 35-40.
- Rusman. (2010). Analisis kandungan logam kromium (Cr) dan timbal (Pb) dalam

- air muara sungai Palu (skripsi). Untad Press, Palu.
- Said, I., Jalaluddin, M. N., Upe, A., & Wahab, A.W. (2009). Penetapan konsentrasi logam berat krom dan timbal dalam sedimen estuaria sungai matangpondo Palu. *Jurnal Chemica*, 10(2), 40–47.
- Siaka, M. L. (2008). Korelasi antara kedalaman sedimen di pelabuhan Benoa dan konsentrasi logam berat Pb dan Cu. *Jurnal Kimia*, 2(2), 61-70.
- Sitorus, H. (2004). Analisis beberapa karakteristik lingkungan perairan yang mempengaruhi akumulasi logam berat timbal dalam tubuh kerang darah di perairan pesisir timur Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(1), 53-60.
- Sudarmaji., Mukono, J., & Corie, P. I. (2006). Toksikologi logam berat b3 dan dampaknya terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(2), 129 -142.
- Sugara, G. (2012, Januari 1). Pencemaran laut. Diunggah kembali dari http://gamasugara.blogspot.com/2012_08_01_archive.html.
- Sumarni. (2004). Analisis hidrokarbon fraksi aromatik dalam sedimen laut dangkal pelabuhan Pantoloan (skripsi). UNTAD Press, Palu.
- Susiati, H., Arman, A., & Yariato. (2009). Kandungan logam berat (Co,Cr, Cs, As, Sc, dan Fe) dalam sedimen di kawasan pesisir I semenanjung Muria. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 11(1).
- Suciastuti, E., & Sutrisno, C. T. (2002). Teknologi Penyediaan Air Bersih. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Syafitrianto, I. (2010). Logam timbal (Pb) dalam perairan. Diunggah kembali dari <http://informasi-budidaya.blogspot.com/2010/01/logam-timbal-dalam-perairan.html>.
- Syam, L. (2004). Analisis kadar besi (Fe) dalam kedelai dengan pengompleks fenantrolin. (skripsi). Untad Press, Palu.
- Tahril., Taba, P., Nafie, L. N., & Noor, A. (2011). Analisis besi dalam ekosistem lamun dan hubungannya dengan sifat fisikokimia perairan pantai kabupaten Donggala. *Jurnal Natur Indonesia*, 13(2), 105-111.
- Yennie, Y., & Murtini, T. J. (2005). Kandungan logam berat air laut, sedimen dan daging kerang darah (Anadara granosa) di perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Dan Perikanan Indonesia*, 12(1), 27-32.