ANALISIS CHROMIUM HEXAVALENT DAN NIKEL TERLARUT DALAM LIMBAH CAIR AREA PERTAMBANGAN PT VALE Tbk, SOROAKO-INDONESIA

ANALYSIS OF HEXAVALENT CHROMIUM AND NICKEL DISSOLVED IN WASTE WATER USED IN MINING AREA PT VALE Tbk, SOROAKO-INDONESIA

Ismail Marzuki

*Laboratorium Dasar, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Fajar,
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah, (Jl. Racing Center) No. 101, Makassar
Sulawesi Selatan, Indonesia, 90231.*

Email: ismailmz@unifa.ac.id cc ismailmz3773@gmail.com

ABSTRAK

Pengawasan, pengendalian dan tindakan konstruktif dengan menerapkan standar baku mutu limbah cair terhadap industri pertambangan yang menghasilkan limbah cair mengandung logam berat harus dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan, kerugian materil dan timbulnya dampak kesehatan bagi masyarakat sekitar. Analisis terhadap limbah cair yang dihasilkan industri pertambangan bertujuan memastikan diterapkannya ketentuan standar baku mutu lingkungan oleh setiap industri dengan menggunakan metode pengukuran dan analisis parameter derajat keasaman menggunakan pH meter Oakton, padatan total, konsentrasi Chromium hexavalent (Cr^{6+}) menggunakan Spektrofotometer HACH DR 2000 dan Nikel (Ni) terlarut menggunakan ICP-OES. Hasil yang diperoleh berturut-turut: Derajat keasaman (pH) sampel (SP1) rata-rata pH 8,35 dan sampel (SP4) rata-rata pH 8,92. Kadar padatan Total sampel (SP1) tertinggi, 864 mg/L dan terendah, 136 mg/L, sedangkan sampel (SP4), tertinggi, 1.280 mg/L dan terendah, 174 mg/L. Konsentrasi Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) sampel (SP4), 0,91 mg/L dan sampel (SP1), 0,01 mg/L. Konsentrasi rata-rata Nikel (Ni) terlarut (*Soluble Nickel*) sampel (SP1) rata-rata, 0,08 mg/L, dan sampel (SP4), 0,07 mg/L. Berdasarkan hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa kedua jenis sampel limbah cair PT. Vale Tbk, Soroako memenuhi syarat empat variabel yang dianalisis dalam standar baku mutu limbah cair.

Kata Kunci: Limbah Cair, Pertambangan, Chromium, Nikel terlarut, ICP-OES

ABSTRACT

Supervision, control and constructive action by applying liquid waste quality standards to the mining industry that produces heavy metal wastewater must be done to prevent environmental pollution, material loss and health impact to surrounding communities. The analysis of the liquid waste generated by the mining industry aims to ensure the application of environmental quality standard requirements by each industry using measurement method and parameter analysis of acidity degree using Oakton pH meter, total solid, Chromium hexavalent (Cr^{6+}) of concentration using HACH DR 2000, and Nickel (Ni) of dissolved using ICP-OES Spectrophotometer. Results obtained respectively: The average acidity (pH) of the sample (SP1) averaged pH 8.35 and sample (SP4) averaged pH 8.92. Highest total sample (SP1) solids, 864 mg/L and lowest, 136 mg/L, while sample (SP4), highest, 1.280 mg/L and lowest, 174 mg/L. Concentrations of Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) samples (SP4), 0.91 mg/L and samples (SP1), 0.01 mg/L. Mean Soluble Nickel (SP1) average concentration, 0.08 mg/L, and sample (SP4), 0.07 mg/L. Based on the results obtained concluded that both types of waste water samples PT. Vale Tbk, Soroako, meets four variables that are analyzed in liquid waste quality standard.

Key words: Liquid Waste, Mining, Chromium, Dissolved Nickel, ICP-OES

PENDAHULUAN

Analisis kandungan logam berat dalam satu limbah cair hasil samping dari industri petambangan maupun industri makanan dan sejenisnya untuk wilayah Sulawesi Selatan didasarkan pada Keputusan Gubernur Sulawesi Selatan, Anonim, 2003. Limbah cair buangan pertambangan PT. Vale Tbk, Soroako diduga mengandung berbagai jenis logam berat terutama chromium hexavalent (Cr^{6+}) dan nikel terlarut, yang mana perlu dilakukan analisis kadar yang dibuang ke lingkungan sebagai bentuk pengawasan dan pengendalian pemerintah dalam menjaga dan mendukung kelestarian lingkungan khususnya area sekitar yang rentan terhadap dampak penambangan, (Eisa, *et al.*, 2015; Marzuki dkk., 2009;

Saru dkk., 2000).

Dugaan konsentrasi (Cr^{6+}) dan (Ni) tinggi pada limbah cair PT. Vale didasarkan pada hasil observasi awal parameter fisika dan kimia terhadap limbah cair buangan PT. Vale Tbk, Soroako, seperti temperatur, zat padat terlarut, padatan tersuspensi, padatan total, pH, BOD₅, COD dan nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$). Pemilihan dan analisis (Ni) terlarut dalam limbah cair penambangan nikel karena logam tersebut dipastikan terdapat dalam limbah cair hasil samping tambang nikel, sedangkan analisis (Cr^{6+}) karena logam ini dalam keadaan teroksidasi paling tidak stabil dan memiliki resiko kesehatan paling tinggi diantara logam berat lainnya yang diduga terkandung dalam limbah cair penambangan nikel dengan level sama dengan resiko paparan merkuri,

dan arsen. Baku mutu (Cr^{6+}) dan (Ni) terlarut dalam limbah cair pertambangan maksimal yang ditoleransi dan diperbolehkan dibuang ke lingkungan tidak melebihi 0,5 mg/L. Artinya setiap liter limbah cair yang dibuang ke lingkungan maksimal mengandung 0,5 mg chromium hexavalent dan 0,5 mg nikel terlarut, (Marzuki dkk., 2011; Venkateswara *et. al.*, 2009; Idris, 2005; Satpathy, dkk., 2009)

Kadar logam berat yang terkandung dalam limbah cair penambangan tidak dapat diprediksi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kedalaman material yang ditambang, cuaca (musim hujan atau kemarau) pada area penambangan, pH, paparan sinar matahari pada lokasi penampungan limbah cair sebelum treatment, metode dan teknologi yang digunakan dalam melakukan penge-lohaan limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Fluktuasi kadar logam berat yang mengalami perubahan signifikan dapat terjadi dalam hitungan hari. Keadaan ini yang menjadi permasalahan utama pihak manajemen dalam menentukan dan menerapkan metode dan teknologi pengolahan limbah cair pada industri pertambangan tidak terkecuali PT. Vale Tbk, Soroako, Indonesia. Kondisi ini pula yang menjadi dasar dilakukannya penelitian terhadap kandungan (Cr^{6+}) dan (Ni) terlarut pada limbah cair di PT. Vale Tbk, Soroako, bertujuan melakukan analisis kadar (Cr^{6+}) dan (Ni) terlarut terhadap limbah cair hasil samping penambangan nikel pada PT. Vale Tbk, (Marzuki dkk., 2014; Gede, 2008; Dermatas, *at. Al.*, 2004; Asiah, dkk.,

1998).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilaksanakan di PT. Vale Tbk, Soroako-Indonesia khususnya pada area penampungan limbah cair dan pengukuran serta analisis dilaksanakan pada *Enviromen-tal Laboratory Departement Process Technology*. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juni 2016. Sampling dilakukan sebanyak 30 kali.

Alat yang digunakan adalah: gelas piala 250 ml, labu ukur 100 ml, kuvet 25 ml, pipet volume 100 ml, pipet volume 50 ml, kaca arloji (berdiameter 5 cm), cawan porselen, labu semprot 500 ml, kertas saring, penjepit kertas saring, balp, gegep bebas karat, kertas tissue, ICP-OES, Spektrofotometer

Gambar 1. Lokasi Penelitian di PT. Vale Tbk, Soroako, Indonesia

HACH DR 2000, pH meter "OAKTON", neraca analitik, hot plate, tanur, oven, desikator, lemari asam, sedangkan bahan terdiri atas: contoh uji kode titik sampling (SP1), dan (SP4),

Chromaver 3 (reagent), *Chrom Hexavalent standard solution* 12,5 ppm, larutan multi elemen, Asam Klorida (HCl) pekat, Asam Nitrat (HNO₃) pekat, gas Argon, larutan penyangga (*buffer*) pH 4, pH 7 dan pH 10, *Deminwater*.

Parameter analisis terdiri atas:

1. Penetapan Derajat Keasaman (pH), didasarkan pada pengukuran aktivitas ion Hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan pH meter;
2. Padatan Total (*Total Solid*) menggunakan metode gravimetri, dilakukan dengan menguapkan contoh uji pada suhu 103 °C – 105 °C kemudian ditimbang sehingga diperoleh berat tetap, penentuan kadar padatan total menggunakan rumus:

$$P \quad T \quad \left(\frac{m}{L} \right) = \frac{(B-A) \times 1}{V},$$

...[1]

A = Berat tetap (g) cawan kosong setelah pemanasan 103 °C -105 °C,

B = Berat tetap (g) cawan berisi padatan total setelah pemanasan 103 °C -105 °C (residu),

V = Volume contoh uji (ml), (Widjonarko et al., 2003)

3. Penetapan kadar chromium hexavalent (Cr⁶⁺) dengan mengukur kadar (Cr⁶⁺) menggunakan metode 1,5-*diphenyl Carhydrazide* yang secara umum dikenal dengan *Chromaver*
3. Pengukuran pada panjang gelombang 540 nm, (Anna, 1992)
4. Penentuan Soluble Nickel (Nikel Terlarut), dilakukan dengan cara contoh uji yang telah homogen

didestruksi dengan asam nitrat (HNO₃) dan asam klorida (HCl) untuk melarutkan analit logam. Intensitas emisi analit selanjutnya diukur dengan menggunakan ICP-OES, (Anonim, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kode sampel (SP1) merupakan sampel yang diperoleh dari lokasi penampungan limbah cair dengan masa simpan antara 15 hari sampai 30 hari dan telah melalui proses pengolahan limbah yaitu penempatan pada kolam-kolam pengendapan lumpur, sedangkan kode sampel (SP4) adalah sampel yang diperoleh pada lokasi penampungan limbah cair dengan masa simpan 15 sampai 30 hari namun belum melalui proses pengolahan.

1. Analisis Derajat Keasaman (pH)

Analisis pH terhadap sampel (SP1) dan (SP4) bertujuan untuk melihat fluktuasi perubahan nilai pH sebelum pengolahan dan setelah pengolahan, dimana adanya perubahan pH menunjukkan terjadi perubahan fisik limbah yang dapat berdampak pada adanya perubahan kadar logam berat khususnya (Cr⁶⁺) dan (Ni) terlarut. Nilai pH limbah cair akan berdampak pada proses perkaratan saluran pembuangan dan bak penampungan limbah cair yang sebagian besar terbuat dari besi.

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa pH sampel (SP1) tertinggi yaitu pH 10.12 dan terendah yaitu pH 7.43, atau rata-rata pH 8,73, sedangkan sampel (SP4) tertinggi pH

10.15 dan terendah pH 8.35, atau nilai rata-rata pH 8,92. Hasil analisis tersebut sesuai dengan ambang batas yang ditetapkan oleh Pemerintah dalam Standar Baku Mutu Limbah Cair maksimum : pH (6,0 – 9,0). Tinggi rendahnya pH tersebut baik (SP1) dan (SP4) terutama disebabkan oleh penambahan *Caustic* di lapangan. bila pH-nya rendah (keasamannya tinggi) maupun pH-nya tinggi (bersifat basa). pH yang rendah maupun pH tinggi

akan mengakibatkan timbulnya kerusakan pada benda-benda yang dilaluinya, salah satu akibatnya adalah akan menyebabkan perkaratan pada pipa-pipa saluran yang terbuat dari besi. Oleh karena itu, pH dalam limbah cair industri tersebut harus selalu dikontrol setiap waktu. Hasil pengukuran pH terhadap sampel (SP1) dan (SP4), disajikan pada Gambar 2, di bawah:

Gambar 2. Hasil Analisis pH terhadap (SP1) dan (SP4)

Nilai pH kedua sampel status netral hingga basa menunjukkan bahwa kedua jenis sampel tidak memerlukan perlakuan khusus untuk tujuan penurunan nilai pH atau sebaliknya, sehingga konstruksi saluran dan bak penampungan limbah cair yang sebagian besar berbahan besi dianggap dapat tahan pada kondisi range pH sesuai kedua jenis

sampel tersebut, (Cahyadi, 2004; Monoarfa, 2002).

2. Analisis Padatan Total

Material padat yang terdapat dalam limbah cair merupakan komponen pengotor yang berkontribusi pada tingkat bahaya suatu limbah. Jumlah dan konsentrasi padatan total yang terdapat dalam

limbah cair sangat menentukan status limbah tersebut, yang juga memberikan acuan dalam melakukan pengolahan, penyimpanan, pengangkutan dan penimbunan, termasuk pilihan material yang akan digunakan dalam konstruksi saluran pembuangan dan bak penampungan limbah. Metode gravimetri merupakan salah satu metode yang dapat digunakan

untuk menentukan kadar padatan total limbah cair. Mengetahui kadar padatan total suatu limbah cair akan berkontribusi pada pemilihan metode pengolahan limbah dan cara perlakuan terhadap limbah tersebut. Gambar 2, di bawah merupakan gambaran kandungan padatan total limbah cair PT. Vale Tbk, Soroako.

Gambar 3. Hasil Analisis kadar padatan total (mg/L) sampel (SP1) dan (SP4)

Hasil analisis kadar padatan total menggunakan metode gravimetri ditunjukkan pada Gambar 2, di atas terhadap sampel *process plant area* (SP1) dan (SP4). Nilai padatan total tertinggi sampel (SP1) adalah 864 mg/L dan nilai terendah adalah 136 mg/L, sedangkan sampel (SP4) nilai padatan total tertingginya adalah 1.280 mg/L dan nilai terendah adalah 174 mg/L. Membandingkan nilai padatan total kedua jenis sampel tersebut menunjukkan bahwa padatan total sampel (PS4) jauh lebih tinggi

dibandingkan dengan nilai padatan total sampel (SP1), hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan lokasi pengambilan sampel dimana sampel (SP4) adalah sampel yang belum mengalami proses pengolahan sedangkan sampel (SP1) telah mengalami pengolahan yaitu melalui sistem pengolahan kolam-kolam pengendapan lumpur. Nilai padatan total kedua jenis sampel ini memenuhi standar baku mutu limbah cair, maksimum 3400 mg/L.

3. Analisis Chromium Hexavalent

(Cr⁶⁺)

Penentuan kadar Chromium hexavalent (Cr⁶⁺) dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer HACH DR 2000 dengan metode 1,5-*diphenylcarbohydrazide* yang secara umum dikenal dengan Chromaver 3, diukur pada panjang gelombang 540 nm. Prinsip alat ini didasarkan pada ketebalan media dan kepekatan sampel (senyawa berwarna) setelah penambahan *reagent* Chromaver 3, warna sampel akan berubah menjadi merah. Kepekatan warna berbanding lurus dengan konsentrasi (Cr⁶⁺).

Analisis kadar (Cr⁶⁺) pada sampel *process plant* (SP1) dan (SP4),

dimana setelah dilakukan penambahan *reagent* Chromaver 3 secara langsung dapat dibedakan bahwa kadar (Cr⁶⁺) dalam sampel (SP1) lebih rendah dibanding kadar (Cr⁶⁺) dalam sampel (SP4). Gambar 3 di bawah memperlihatkan bahwa kandungan (Cr⁶⁺) dalam sampel (SP4) lebih tinggi dibandingkan kadar (Cr⁶⁺) sampel (SP1). Berdasarkan Gambar 3 berikut memperlihatkan nilai rata-rata konsentrasi (Cr⁶⁺) pada sampel (SP4) adalah 0,91 mg/L lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata kadar (Cr⁶⁺) pada sampel (SP1), yakni adalah 0,01 mg/L, Hasil ini ditunjukkan dalam Gambar 4, berikut:

Gambar 4. Hasil Analisis *Chromium Hexavalent* SP1 dan SP4

Hasil di atas jika didasarkan pada Standar Baku Mutu Limbah Cair adalah maksimum: 0.50 mg/L, maka konsentrasi (Cr⁶⁺) pada sampel (SP4) tidak memenuhi standard dan tidak dapat dibuang ke lingkungan, sedangkan sampel (SP1) sudah memenuhi standard dan layak di buang ke lingkungan dalam volume terbatas dan waktu yang relatif

singkat karena *Chromium Hexavalent* (Cr⁶⁺) dalam limbah cair industri pertambangan merupakan logam berat yang dapat memberikan efek yang kurang baik bagi kesehatan karena dapat mengakibatkan berbagai jenis penyakit seperti lever, gagal ginjal, gangguan pernapasan dan kanker, sehingga harus ada pengawasan yang ketat terhadap

industri pertambangan yang menghasilkan limbah cair mengandung (Cr^{6+}), (Gede, 2008; Ardiyanti, 2005; Asiah, dkk., 1998).

4. Analisis Soluble Nickel

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui Nikel (Ni) terlarut (*soluble nickel*) dalam limbah cair

pada *Process Plant Area* [(SP1) dan (SP4)] dan SP1A) dengan menggunakan alat *instrument Inductively Coupled Plasma – Optical Emmision Spectrometer* (ICP-OES). Gambar 5, adalah hasil pengukuran kadar (Ni) terlarut dalam limbah cair PT. Vale Tbk, Soroako, sebagai berikut:

Gambar 5 : Hasil Analisis Kadar Nikel Terlarut (mg/L) sampel (SP1) dan (SP4)

Dari hasil analisis *soluble nickel* (Gambar 4) sampel (SP1) dan (SP4) dapat dilihat bahwa konsentrasi (Ni) terlarut pada sampel (SP1) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi (Ni) terlarut sampel (SP4). Secara teoritis kandungan (Ni) terlarut sampel (SP1) seharusnya lebih rendah dibandingkan konsentrasi (Ni) terlarut sampel (SP4), mengingat bahwa sampel (SP1) telah melalui pengo-lahan kolam-kolam pengendapan, namun hal ini dapat terjadi karena sumber awal limbah cair sampel (SP1) berbeda dengan sampel (SP4), (Elisa, at al., 2015; Idris, 2005).

Nilai rata-rata konsentrasi (Ni) terlarut sampel (SP1), yakni 0,08 mg/L sedangkan sampel (SP4), yakni 0,07 mg/L. Melihat hasil analisis konsentrasi (Ni) terlarut kedua jenis sampel sesuai Gambar 4, di atas disimpulkan bahwa limbah cair PT. Vale Tbk, Soroako telah memenuhi standar baku mutu limbah cair, yakni maksimum (Ni) terlarut 0,50 mg/L. Meskipun telah memenuhi standar baku mutu limbah cair, namun masih diperlukan metode pengolahan yang lebih baik untuk lebih menekan konsentrasi logam berat, terutama (Cr^{6+}) dan (Ni) terlarut dengan penambahan material tertentu berupa

biomaterial yang bersifat bioabsorben logam berat, seperti arang aktif, isolat bakteri, ekstrak biji kelor yang telah diketahui dapat mengabsorpsi logam berat tertentu ataupun bahan kimia seperti soda *Caustic*, (Venkateswara et.al., 2009; Satpathy, et al., 1997).

PENUTUP

1 Kesimpulan

Empat variabel analisis terhadap limbah cair PT. Vale Tbk, Soroako khususnya konsentrasi Cromium hexavalent (Cr^{6+}) dan Nikel (Ni) terlarut, dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Derajat keasaman (pH) sampel (SP1) rata-rata pH 8,35 dan sampel (SP4) rata-rata pH 8,92, artinya status pH netral hingga basa dan memenuhi standar mutu limbah cair dengan range pH 6,0 – 9,0);
2. Kadar Padatan Total (PT) limbah cair sampel (SP1) tertinggi, yakni 864 mg/L dan nilai terendah, 136 mg/L, sampel (SP4), nilai PT tertinggi, 1.280 mg/L dan terendah, 174 mg/L, kedua sampel tersebut memenuhi standar baku mutu limbah cair untuk padatan total maksimal 3400 mg/L;
3. Analisis *Chromium Hexavalent* (Cr^{6+}) dalam limbah cair sampel (SP4) konsentrasi 0,91 mg/L dan sampel (SP1), yakni 0,01 mg/L, kedua jenis sampel memenuhi standar baku mutu limbah cair maksimum 0,5 mg/L;
4. Konsentrasi rata-rata Nikel (Ni) terlarut (*Soluble Nickel*) sampel (SP1) rata-rata yakni 0,08 mg/L,

sedangkan sampel (SP4), rata-rata 0,07 mg/L, kedua jenis sampel memenuhi standar baku mutu limbah cair, yakni maksimum 0,5 mg/L

2 Saran-Saran

Beberapa temuan yang diperoleh untuk lebih optimalnya hasil analisis logam berat pada limbah cair khususnya pada PT. Vale Tbk, Soroako, diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Pihak yang mengambil sampling contoh uji harus melakukan secara benar karena ketepatan sistim pengambilan contoh uji akan mempengaruhi data hasil pengujian;
2. Perlu dilakukan upaya dalam menekan konsentrasi logam berat khususnya (Cr^{6+}) dan (Ni) terlarut pada pengolahan limbah cair di PT. Vale Tbk, Soroako selain proses pengendapan lumpur melalui kolam-kolam pengendap dengan penambahan biomaterial pengabsorpsi logam berat;
3. Diharapkan pihak industri secara sungguh-sungguh mencari metode dan teknologi dalam mengolah limbahnya dengan bekerja sama dengan pusat-pusat penelitian lingkungan maupun menggunakan konsultan lingkungan yang baik
4. Pihak industri (PT. Vale Tbk, Soroako) perlu segera mengambil langkah-langkah nyata dan konkrit dalam upaya penanganan limbah cair yang dihasilkan agar tidak mencemari lingkungan dan menimbulkan kerugian materil dan kesehatan bagi masyarakat

sekitar;

5. Pihak pemerintah diharapkan dapat mengambil pengawasan, pengendalian dan tindakan konstruktif dan tegas terhadap pihak industri pertambangan yang menghasilkan limbah cair tidak sesuai dengan standar baku mutu lingkungan

Referensi

- Anonim, 2003. Peraturan Gubernur Sul-Sel Nomor: 14 Tahun 2003, Tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair, Makassar.
- Anonim, 2005. *Metals by Inductively Coupled Plasma (ICP) Method 3120-B, Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 21th Edition*. American Public Health Associaton. Washington, DC.
- Anna, Mary F., 1992. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*. John Wiley and Sons. New York.
- Ardiyanti, 2005, Analisis Kandungan logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Air Laut di Sekitar Perairan Pelabuhan Pare-Pare dengan Metode Adisi Standar, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Asiah, S., Lahtiani, D., dan Ratnaningsih, 1998, Pemantauan Sebaran Limbah Senyawa Organotin dan Logam Berat pada Daerah Pelabuhan, [http:// www.disperindag- jabar.go.id/artman /publish/article_1116.html](http://www.disperindag-jabar.go.id/artman/publish/article_1116.html).
- Cahyadi, W., 2004, Bahaya Pencemaran Timbal pada Makanan dan Minuman, [http://www. pikiran-rakyat.com/ cetak/ 0803/ 27/0311. Htm](http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0803/27/0311.Htm).
- Dermatas, D. and Meng, X., 2004, Removal of As, Cr, and Cd by Adsorptive Filtration, *Global Nest. The Int. Journal.*, Vol. 5 (1) : 73-80
- Eisa, Sosgi, Javad, Parmah, 2015. Analysis and assessmend of nickel and chromium pollution in soils around Baghejar Chromium Mine of Sabzevar Ophiolite Belt, Northeastern Iran, *Journal Trans Nonferrous Met Soc. China*, Vol. 25 : 2380–2387
- Gede, Widihati, I.A., 2008. Adsorpsi Anion Cr (VI) oleh Batu Pasir Teraktivasi Asam dan Tersalut Fe₂O₃. *Jurnal Kimia*, Vol. 2 (1):25-30
- Idris, F., 2005, Analisis Kandungan logam Berat Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) pada Air Laut di Sekitar Perairan Pelabuhan Pare-Pare dengan Metode Adisi Standar, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Marzuki, I., 2014. *Analysis of heavy metal on the origin of Coastal Marine Sediment In Melawai Beach, Balikpapan, East Kalimantan*, Proceeding The 3. International Conference on the Indonesian chemical society (ICICS), ISBN 989-702-52198-3-7 Page 156-164
- Marzuki, I., 2011. Penetrulan Limbah Beracun Hidrogen Peroksida dengan Metode Peningkatan pH dan Temperatur, *Jurnal Phinisi*, Vol. 6 (2): 26-35
- Marzuki, I., 2009. Analisis Penambahan Additive Limestone Terhadap Kualitas Kimia Semen Portland, *Jurnal Chemia*, vol. 10(1):64-70
- Monoarfa, W., 2002, Dampak Pembangunan Bagi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Pantai Losari, Makassar, Vol. 3 (3), [http://www. iptek.net.id/ind/jurnal/jurnal_idx. php ?doc= v4.n5.09.htm](http://www.iptek.net.id/ind/jurnal/jurnal_idx.php?doc=v4.n5.09.htm)
- Saru, A., dan K. Amri, 2000, Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium

- (Cd) dalam Sedimen di Perairan Pantai Losari, *Jurnal Torani*, Vol.10(2), hal. 69.
- Satpathy, K. and Chaudhuri, M., 1997, Treatment of Cadmium-Plating and Chromium-Plating Wastes by Iron Oxide-Coated Sand, *Journal Environ. Sci. Technol*, 31 : 1452-1462
- Venkateswara, Rao. K. J., Srikanth, Ramjee, Pallela, T., Gnaneshwar, Rao. 2009. The use of marine sponge, *Haliclona tenuiramosa* as bioindicator to monitor heavy metal pollution in the coasts of Gulf of Mannar, *Journal Environ Monit Assess*, 156:451–459 DOI 10.1007/s10661-008-0497-x
- Widjonarko, D. M., Pranoto, dan Cristina, Y., 2003, Pengaktifan H_2SO_4 dan NaOH Terhadap Luas Permukaan dan Keasaman Alofan, *Jurnal Alchemy*, Vol. 2, (2) : 60-68