

OPTIMASI PENGGUNAAN HIDROGEN PEROKSIDA (H₂O₂) TERHADAP PENURUNAN KADAR SIANIDA PADA LIMBAH CAIR

Muntasir¹, M. Sjahrul², Muhammad Zakir², Indah Raya²
¹Program Pasca Sarjana, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin
²Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin
Email : mubasrypps@yahoo.com

Abstract : *Optimization studies have been conducted using hydrogen peroxide (H₂O₂) to the reduction of cyanide levels in the wastewater. Parameters studied were the optimum concentration of hydrogen peroxide (H₂O₂), the optimum pH and optimum contact time between hydrogen peroxide (H₂O₂) with wastewater in reducing the cyanide content. Cyanide obtained from steam distillation of liquid waste and the assay using 0.02N silver nitrate. Concentration used were 500 ppm, 400 ppm, 300 ppm, 200 ppm and 100 ppm; pH range is (7, 8, 9, 10 and 11) and the variation of the contact time is: 0, 30, 60, 90, 120 and 150 minutes. The result of the research reveals at early treatment the cyanide content is 50,22% w / w and underwent a reduction in levels after addition of various concentrations of H₂O₂; variations in pH variation of contact time. Optimum condition treatment at 500 ppm of H₂O₂ basicity at pH 8 and contact time for 60 minutes result reduction of cyanide level of 36,40% w/w, 40,91% w/w and 37,09% w/w respectively.*

Keywords: cyanide, hydrogen peroxide, steam distillation, silver nitrate

1. PENDAHULUAN

Sianida (CN) merupakan konstituen kimia beracun (berbahaya) yang umum terkandung dalam limbah B3 dan termasuk kategori *super toxic*. Sianida dan garam sianida memberikan efek racun yang cepat, dalam dosis 60-90 mg dapat menyebabkan kematian manusia (Manahan. S.E, 1989). Batasan kandungan maksimum sianida dalam limbah cair yang diperbolehkan didispersi ke lingkungan harus lebih kecil dari 0,05 ppm (PP No. 18. 1999; PP No. 74 Tahun 2001 dan KLH. 2004).

Pencemaran lingkungan akibat penggunaan sianida (CN) dalam bentuk natrium sianida, kalium sianida dan asam sianida semakin meluas sejalan dengan peningkatan kuantitas penggunaan sianida dalam industri yang tidak diimbangi dengan proses pengolahan limbah yang sesuai. Industri-industri pelapisan logam, serat sintetik, pertambangan dan pemurnian logam

menghasilkan limbah yang mengandung sianida yang berbahaya bagi manusia (Dash, R. R., *et. all.* 2009).

Permintaan natrium sianida dan kalium sianida di seluruh dunia adalah sekitar 360.000 ton per tahun dimana sekitar 120.000 ton atau sepertiga digunakan dalam pemulihan emas dan perak, dan sekitar 90 % atau 450 dari operasi produksi emas signifikan di seluruh dunia saat ini menggunakan sianida untuk ekstraksi emas dan perak (Mudder, T. I., Botz, M.M. 2004). Sianida merupakan salah satu senyawa yang paling toksik dan diklasifikasikan sebagai bahan berbahaya dengan karakteristik toksisitas akut atau kronis bagi manusia dan alam (Deveci, H., *et.all.* 2006). Sianida digunakan oleh berbagai industri, khususnya sintesis bahan kimia tanaman (nilon, serat, resin, dan herbisida), proses metalurgi (ekstraksi emas dan perak) dan plating serta finishing permukaan (Mudder, 2004; Yeddou. A. R., 2010).

Di lingkungan penambangan emas, CN termasuk pencemar penting karena digunakan sebagai bahan utama dalam proses pengolahan emas sehingga limbah yang terbuang banyak mengandung CN dan dapat menyebar ke lingkungan di sekitarnya melalui aliran air dan makhluk hidup di dalamnya. (Hidayati, dkk. 2009.). Industri pertambangan emas termasuk di Pongkor, senyawa natrium sianida (NaCN) dipakai sebagai solven untuk mengambil logam emas dari batuan bijih hasil penambanganya (Sutoto. 2006). Limbah *tailing* PT ANTAM Pongkor didapati mengandung CN hingga $0,77 \text{ mg kg}^{-1}$, air sungai mengandung $0,14 \text{ mg l}^{-1}$ dan sedimen sungai mengandung $0,72 \text{ mg kg}^{-1}$ CN. Limbah *tailing* PT ANTAM Cikotok didapati mengandung $0,12 \text{ mg kg}^{-1}$ CN. Pencemaran sianida ini tidak menutup kemungkinan untuk menyebar ke lingkungan pemukiman dan mencemari air tanah yang digunakan oleh masyarakat. Sementara ambang batas bahaya kandungan CN pada air minum hanya $0,005 \text{ mg /L}$ (Hidayati, N., dkk. 2008).

Penelitian tentang penghilangan sianida dari *tailing* pertambangan emas telah dicobakan pada skala laboratorium dengan teknik *constructed wet land* secara aerobik dan anaerobik (Loredo, 2002; Alvarez *et al.*, 2004 dalam Yani. 2012) dan memerlukan waktu yang cukup lama. Cidu *et all.* (2011) melaporkan pada pengolahan *tailing* konsentrasi sianida sekitar 60 – 400 ppm dapat diturunkan dengan menaikkan pH hingga 8-11, sehingga sianida turun menjadi kurang dari 0,5 ppm dalam waktu beberapa bulan. Pengambilan emas lewat *leaching* dengan sianida memiliki persen perolehan emas lebih dari 90 % (Smith, A. dan T. Mudder. 1991). Karena tingginya persen perolehan emas dengan menggunakan sianida menyebabkan banyak penambang rakyat mulai beralih ke metode ini, bahkan ada penambang rakyat yang menggunakan sianida untuk mengolah material sisa penambangan emas dengan merkuri.

Ternyata pengolahan material sisa ini memberikan hasil yang memuaskan. (Pitoi, M. dkk. 2008.)

Penggunaan sianida (CN) dalam proses ekstraksi emas dapat menimbulkan pencemaran perairan, keracunan dan kematian terhadap sumberdaya ikan tangkapan. Hasil penelitian Simbolon (2010) menunjukkan kandungan CN pada organ hati lebih tinggi (6,0-18,0 ppm) dibanding dengan organ daging (4,2-8,5 ppm) (Simbolon. D., 2010). Penelitian penghapusan bebas sianida dari larutan berair dengan oksidasi oleh hidrogen peroksida (H_2O_2) dikatalisis dengan tembaga yang dilapisi karbon aktif. Pengaruh rasio molar awal, tembaga-dilapisi jumlah karbon aktif, pH dan suhu pada penghapusan sianida telah diselidiki. Proses ini tampaknya sangat menarik karena tingkat penghapusan sianida sangat cepat dan reaksi tidak menggunakan katalis logam larut dan hanya mengkonsumsi hidrogen peroksida sebagai produk kimia (Yeddou. A. R., *et.all.* 2011). Telah dilakukan penelitian Kombinasi sinergis dari hidrogen peroksida dan ion hipoklorit dalam air pada pembentukan peralihan spesies pengoksidasi tinggi oksigen singlet (1O_2), yang efektif pada oksidasi sianida bebas (CN⁻) dalam air (Teixeira *et. all.* 2013). Penelitian Sinbuathong menyatakan penghapusan sianida (CN⁻) dari air limbah laboratorium menggunakan natrium hipoklorit (NaOCl) dan kalsium hipoklorit ($Ca(OCl)_2$) dilakukan selama 30 menit. Dosis optimum dan biaya kimia NaOCl dan $Ca(OCl)_2$ bervariasi tergantung pada konsentrasi awal sianida (Sinbuathong, N. 2000).

Awan. M.A (2004) melakukan Penelitian pada limbah penyamakan yang mengandung COD tinggi (3413 mg/L) yang dioksidasi secara independen dengan tiga oksidan berair yaitu hidrogen peroksida, natrium hipoklorit dan kalsium hipoklorit pada temperatur yang berbeda dan durasi reaksi. Kalsium hipoklorit berpotensi oksidan dan mengurangi COD menjadi 76% dan kalsium hipoklorit adalah yang paling efisien di antara tiga oksidan. Tangkuman (2008), mempelajari pengaruh konsentrasi sianida pada produksi emas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi sianida memberikan efek dalam produksi emas. Sianida dengan 100 ppm berbeda nyata dibandingkan dengan sianida dengan 200, 400 dan 600 ppm dalam pemulihan emas. Berdasarkan analisis statistik, sianida dengan 400 ppm adalah konsentrasi terbaik dalam produksi emas.

Berdasarkan penelitian Riyanti (2010) pada pengolahan limbah cair tepung tapioka yang menggunakan proses klorinasi dengan $Ca(OCl)_2$ menunjukkan bahwa sebelum proses klorinasi, kandungan sianida adalah 51,77 mg/L sedangkan setelah proses klorinasi pada kondisi optimum (berat $Ca(OCl)_2$

5 mg, pH 8, dan waktu kontak 1 jam), diperoleh kandungan sianida sebesar 30,08 mg/L dengan efektivitas penurunan 41,88%.

Merujuk pada hasil-hasil penelitian sebelumnya, maka dalam penelitian ini akan dicari suatu metode atau cara yang efektif untuk mengurangi kadar sianida pada limbah, sehingga limbah sianida dari industri khususnya pertambangan dan pengolahan emas menggunakan sianida dapat diminimalkan dan mengurangi pencemaran lingkungan. Diperlukan suatu penanganan limbah yang tidak hanya mengurangi bahan pencemar tetapi juga mengubah bahan pencemar menjadi tidak toksik. Bahan yang digunakan untuk mengolah limbah diharapkan mudah diperoleh dan bahan yang murah sehingga industri menjangkau biayanya untuk penanganan limbah.

2. METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium, meliputi: destilasi sianida, parameter perlakuan dengan pengujian perlakuan optimum pada konsentrasi, pH dan waktu kontak berdasarkan penambahan oksidator hidrogen peroksida (H_2O_2). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik dan Organik FMIPA Universitas Hasanuddin dari bulan September hingga April 2015. Analisis dilakukan secara deskriptif dalam bentuk tabulasi hasil dan grafik hasil dari setiap perlakuan

Alat dan bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian meliputi: oven (Memmert), neraca analitik (Ohaus), alat dari kaca (pyrex), *Magnetic Stirrer* model 04802-02, pH meter, alat-alat gelas, *Steam destilation set* (pyrex), *Electromantel* (Barnstead Electrothermal), buret (Taytec UK), *Frezeer* (Panasonic), kertas pH (Merck), Klem dan statif, Botol semprot, Labu takar 500 mL, 1000 mL, pompa air destilasi. NaCN (Merck), NaCl (Merck), NH_3 (Merck), NaOH (Merck), KCN (Merck), K_2CrO_4 (Merck), $AgNO_3$ (Merck), KI (Merck), H_2O_2 (Merck), $Ca(OCl)_2$ (Merck), Akuades, NaOH 2.5%, NaOH 1 N, NH_4OH 10%, KI 5% dan $AgNO_3$ 0.02 N

Pembuatan Larutan baku sianida

Larutan standar sianida dibuat dengan cara melarutkan 2,5 g KCN dengan air suling dalam labu takar 1 liter, selanjutnya diencerkan tepat sampai tanda tera, kemudian dikocok. Larutan disimpan dalam botol coklat yang tertutup dan ditetapkan kadarnya seminggu sekali.

Cara Perolehan Destilat Sianida

Sampel sianida dibuat dengan melarutkan KCN sebanyak 25 mg dalam 500 mL aquades dalam labu takar, selanjutnya sampel sianida diukur pH sebelum dan sesudah perlakuan. Selanjutnya sebanyak 500 mL sampel sianida dimasukkan ke dalam labu distilat, kemudian perangkat destilasi uap dijalankan selama 5 jam pada suhu di atas 100°C dan dilakukan proses destilasi uap sampai diperoleh volume 100 mL. Distilat ditampung dalam erlenmeyer.

Penentuan Kandungan Awal Sianida

Volume hasil destilat yang diperoleh kurang lebih 100 mL ditampung dalam erlenmeyer dan ditambahkan 7 mL NaOH 2,5%. Selanjutnya dikocok dengan bantuan pengaduk magnetik lalu ke dalam distilat tersebut ditambahkan NH₄OH 10% sebanyak 8 mL dan 5 mL KI 5%. Larutan dititrasi menggunakan AgNO₃ 0,02 N sampai terbentuk endapan putih.

Penentuan Kondisi Optimum dengan H₂O₂

1) Penentuan Berat Optimum H₂O₂

Sebanyak lima buah Erlenmeyer yang berisi 100 mL limbah cair yang mengandung sianida ditambahkan H₂O₂ dengan konsentrasi tertentu (100, 200, 300, 400, dan 500 ppm). Campuran diaduk dengan kecepatan 120 rpm selama 60 menit dengan pengaduk magnetik sampai larutan homogen. Larutan ditentukan kandungan sianida setiap perlakuan. Kandungan sianida menunjukkan kondisi optimum.

2) Penentuan pH Optimum

Sebanyak lima buah Erlenmeyer yang berisi 100 mL limbah cair yang mengandung sianida ditambahkan H₂O₂ dengan konsentrasi tertentu (konsentrasi optimum) kemudian pH diatur dengan penambahan larutan NaOH menggunakan metoda Jar Test sehingga diperoleh larutan dengan pH tertentu (7, 8, 9, 10, dan 11). Campuran diaduk dengan kecepatan 120 rpm selama 60 menit dengan pengaduk magnetik sampai larutan homogen. Larutan kemudian ditentukan kandungan sianida setiap perlakuan. Kandungan sianida menunjukkan kondisi optimum.

3) Penentuan Waktu Kontak Optimum.

Sebanyak lima buah Erlenmeyer yang berisi 100 mL limbah yang mengandung sianida ditambahkan H₂O₂ dengan konsentrasi tertentu (konsentrasi optimum). pH larutan diatur dengan penambahan larutan NaOH

menggunakan metode Jar Test sehingga diperoleh pH tertentu (pH optimum). Masing-masing campuran diaduk selama waktu tertentu (0 menit; 30 menit; 60 menit; 90 menit; 120 menit dan 150 menit) dengan pengaduk magnetik sampai larutan homogen. Larutan kemudian ditentukan kandungan sianida setiap perlakuan. Kandungan sianida menunjukkan kondisi optimum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Optimum Hidrogen Peroksida (H₂O₂)

Kandungan awal sianida limbah cair adalah sebesar rata-rata 52.00 % b/b. Kandungan sianida yang tinggi ini berpotensi besar dalam pencemaran lingkungan perairan. Kandungan sianida ini juga telah melewati ambang batas yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup sebesar 0.5 mg/L (KLH). Penentuan kadar sianida dengan pemberian variasi konsentrasi hidrogen peroksida (H₂O₂) dapat dilihat pada Tabel 1. Setiap 100 mL limbah cair ditambahkan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dengan konsentrasi tertentu memberikan persentase penurunan kadar sianida.

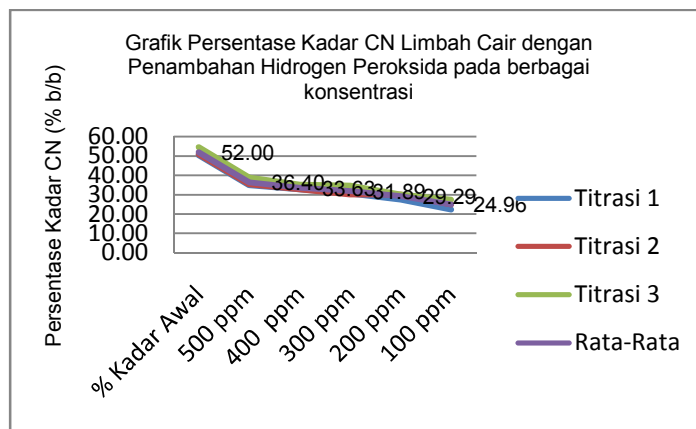
Tabel 1 Persentase Pengurangan Kadar CN sebelum dan setelah Penambahan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dengan konsentrasi 500 ppm (%)

Perlakuan	Titration	Volume (mL)	Persentase Kadar (% b/b)	Persentase Pengurangan CN (% b/b)
CN Tanpa adanya penambahan dan perlakuan sebagai kadar awal	Titration 1	9.7	50.44	50.44
	Titration 2	9.8	50.96	50.96
	Titration 3	10.5	54.60	54.60
	Rata-Rata	10	52.00	52.00
Penambahan Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 500 ppm	Titration 1	3.0	15.60	34.84
	Titration 2	3.0	15.60	35.36
	Titration 3	3.0	15.60	39.00
	Rata-Rata	3	15.60	36.40
Penambahan Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 400 ppm	Titration 1	3.4	17.68	32.76
	Titration 2	3.5	18.20	32.76
	Titration 3	3.7	19.24	35.36
	Rata-Rata	3.53	18.37	33.63
Penambahan Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 300 ppm	Titration 1	3.8	19.76	30.68
	Titration 2	4	20.80	30.16
	Titration 3	3.8	19.76	34.84
	Rata-Rata	3.87	20.11	31.89
Penambahan Hidrogen Peroksida	Titration 1	4.4	22.88	27.56
	Titration 2	4.0	20.80	30.16

(H ₂ O ₂) konsentrasi	Titrasi 3	4.7	24.44	30.16
200 ppm	Rata-Rata	4.37	22.71	29.29
Penambahan	Titrasi 1	5.4	28.08	22.36
Hidrogen Peroksida	Titrasi 2	5.0	26.00	24.96
(H ₂ O ₂) konsentrasi	Titrasi 3	5.2	27.04	27.56
100 ppm	Rata-Rata	5.20	27.04	24.96

Sumber : Data Primer Penelitian

Gambar 1 menunjukkan persentase kadar CN dengan penambahan hidrogen peroksida (H₂O₂) pada variasi konsentrasi. terjadi pengurangan kadar sianida dengan penambahan hidrogen peroksida (H₂O₂) dapat dilihat pada Gambar 1. Setiap 100 mL limbah cair ditambahkan hidrogen peroksida (H₂O₂) dengan konsentrasi tertentu memberikan persentase penurunan kadar sianida.. Penurunan atau pengurangan kadar sianida dengan penambahan hidrogen peroksida (H₂O₂) dengan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan 500 ppm. Kandungan sianida berkurang karena telah bereaksi dengan hidrogen peroksida dengan membentuk CNCl. Semakin banyak penambahan hidrogen peroksida maka semakin besar sianida yang bereaksi membentuk CNCl sehingga kandungan sianida bebas yang terdapat dalam limbah cair berkurang. Kandungan awal sianida tanpa penambahan hidrogen peroksida sebesar 52% b/b dan kandungan terkecil pada penambahan hidrogen peroksida sebanyak 500 ppm dengan kandungan sianida 36.40%. Kondisi optimum ini tercapai dengan adanya kesetimbangan antara jumlah hidrogen peroksida yang ditambahkan dengan sianida yang terdapat dalam limbah. Penelitian ini sejalan dengan penelitian kombinasi sinergis dari hidrogen peroksida dan ion hipoklorit dalam air pada pembentukan peralihan spesies pengoksidasi tinggi oksigen singlet (¹O₂) yang efektif pada oksidasi sianida bebas (CN⁻) dalam air (Teixeira *et. al.* 2013). Demikian juga dengan Botz, M.M (2001) yang menjelaskan metode pengolahan sianida dengan penggunaan hidrogen peroksida dan Pitoi (2008) dengan penambahan hidrogen peroksida.



Gambar 1. Grafik persentase kadar CN dengan penambahan hidrogen peroksida (H_2O_2) pada variasi konsentrasi

pH Optimum Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Selanjutnya adalah penentuan kadar sianida dengan variasi pH saat bereaksi dengan hidrogen peroksida (H_2O_2) untuk mengurangi kandungan sianida pada limbah cair. Proses oksidasi sianida dengan hidrogen peroksida dipengaruhi oleh pH. Jika reaksi dilakukan dengan pH asam maka reaksi akan berjalan lambat tetapi pada pH basa reaksi akan berlangsung secara cepat. Pengaruh pH terhadap perubahan kandungan limbah sianida dapat dilihat pada Tabel 2. Setiap 100 mL limbah cair yang ditambahkan hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan konsentrasi optimal dan pH tertentu akan memberikan penurunan kadar sianida.

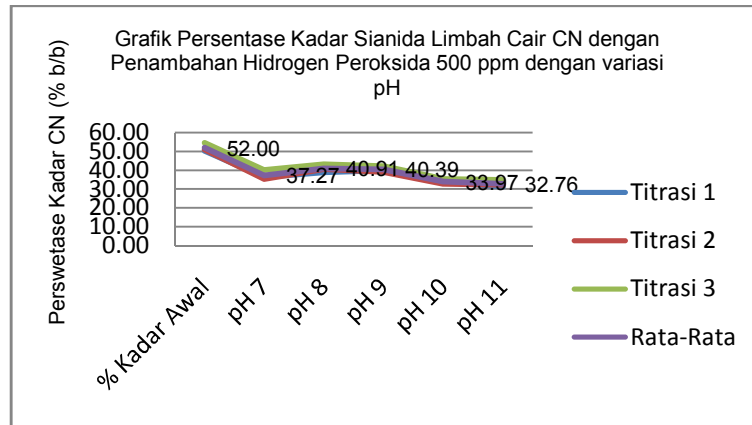
Tabel 2 Persentase Kadar CN sebelum dan setelah Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dengan konsentrasi 500 ppm pada variasi pH (%)

Perlakuan	Titration	Volume (mL)	Persentase Kadar (% b/b)	Persentase Pengurangan CN (% b/b)
CN Tanpa adanya penambahan dan perlakuan sebagai kadar awal	Titration 1	9.7	50.44	50.44
	Titration 2	9.8	50.96	50.96
	Titration 3	10.5	54.60	54.60
	Rata-Rata	10	52.00	52.00
Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) konsentrasi	Titration 1	2.7	14.04	36.40
	Titration 2	3	15.60	35.36
	Titration 3	2.8	14.56	40.04

500 ppm pH 7	Rata-Rata	2.83	14.73	37.27
Penambahan	Titration 1	2.2	11.44	39.00
Hydrogen Peroxide	Titration 2	2.0	10.40	40.56
H ₂ O ₂) concentration	Titration 3	2.2	11.44	43.16
500 ppm pH 8	Rata-Rata	2.13	11.09	40.91
Penambahan	Titration 1	2.0	10.40	40.04
Hydrogen Peroxide	Titration 2	2.3	11.96	39.00
H ₂ O ₂) concentration	Titration 3	2.4	12.48	42.12
500 ppm pH 9	Rata-Rata	2.23	11.61	40.39
Penambahan	Titration 1	3.2	16.64	33.80
Hydrogen Peroxide	Titration 2	3.5	18.20	32.76
H ₂ O ₂) concentration	Titration 3	3.7	19.24	35.36
500 ppm pH 10	Rata-Rata	3.47	18.03	33.97
Penambahan	Titration 1	3.7	19.24	31.20
Hydrogen Peroxide	Titration 2	3.6	18.72	32.24
H ₂ O ₂) concentration	Titration 3	3.8	19.76	34.84
500 ppm pH 11	Rata-Rata	3.70	19.24	32.76

Sumber : Data Primer Penelitian

Penentuan selanjutnya adalah variasi terhadap pH saat bereaksi dengan hidrogen peroksida untuk menurunkan kandungan sianida. Proses oksidasi dipengaruhi oleh pH. pH memberikan pengaruh terhadap perubahan kandungan sianida limbah cair. Sebanyak 100 ml limbah cair sianida dengan penambahan 500 ppm hidrogen peroksida pada pH tertentu diperoleh kandungan sianida seperti pada Gambar 2. Terlihat adanya penurunan kandungan sianida pada pH 8 dan pH 9. Semakin basa larutan maka reaksi antara sianida dengan hidrogen peroksida semakin cepat. Kandungan sianida terkecil diperoleh pada pH 8 dengan penurunan kadar sebesar 40.91%. Kondisi optimum ini tercapai karena reaksi yang berlangsung pada pH 8 telah maksimal. pH yang tepat memungkinkan bagi hidrogen peroksida untuk bereaksi secara sempurna dengan sianida yang terdapat dalam limbah cair. Hal ini sejalan dengan penelitian Cidu *et al.* (2011) melaporkan pengolahan *tailing* dengan konsentrasi sianida sekitar 60 – 400 ppm dapat diturunkan dengan menaikkan pH hingga 8-11, sehingga kadar sianida turun menjadi kurang dari 0,5 ppm dalam waktu beberapa bulan. Demikian pula dengan penelitian Riyanti (2010) menggunakan proses klorinasi dengan Ca(OCl)₂ menunjukkan bahwa pH optimal pada pH 8.



Gambar 2. Grafik persentase kadar CN dengan penambahan hidrogen peroksida (H_2O_2) pada variasi pH

Waktu Kontak Optimum Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Setelah penentuan konsentrasi optimal hidrogen peroksida (H_2O_2) dan pH optimal juga ditentukan penentuan kadar sianida dengan pemberian variasi waktu kontak antara limbah sianida dengan hidrogen peroksida (H_2O_2). Datanya dapat dilihat pada Tabel 3. Setiap 100 mL limbah cair ditambahkan hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan konsentrasi optimal, pH optimal dan waktu kontak tertentu memberikan persentase penurunan kadar sianida.

Adapun penentuan variasi waktu kontak antara sianida yang bereaksi dengan hidrogen peroksida merupakan perlakuan yang dikerjakan setelah penentuan konsentrasi optimum dan pH optimum untuk menurunkan kandungan sianida. Sebanyak 100 ml limbah cair sianida dengan penambahan 500 ppm hidrogen peroksida pada pH 8 dengan waktu kontak tertentu diperoleh kandungan sianida. Gambar 3 terlihat bahwa penurunan kandungan sianida pada konsentrasi optimum, pH optimum dan waktu kontak tertentu.

Tabel 3. Persentase Kadar CN sebelum dan setelah Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dengan konsentrasi 500 ppm, pH 8 dan variasi waktu kontak

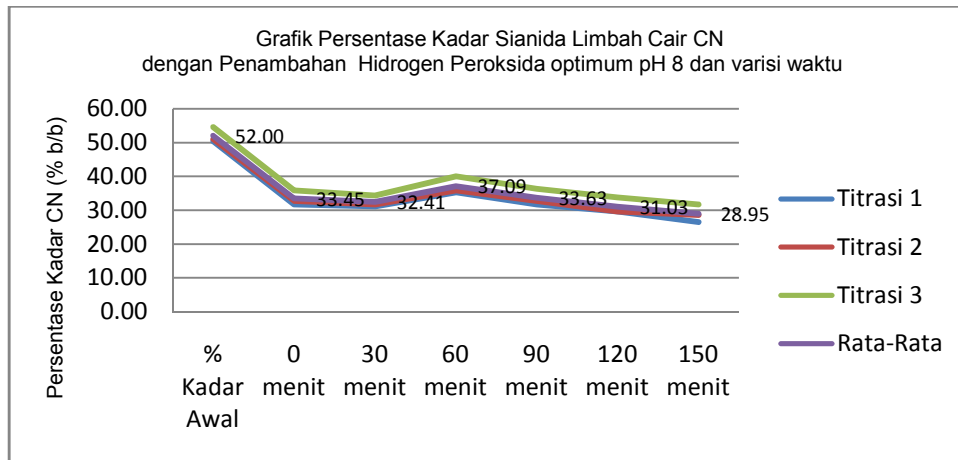
Perlakuan	Titrasi	Volume (mL)	Persentase Kadar (% b/b)	Persentase Pengurangan CN (% b/b)
CN Tanpa adanya penambahan dan	Titrasi 1	9.7	50.44	50.44
	Titrasi 2	9.8	50.96	50.96

perlakuan sebagai kadar awal	Titrasi 3	10.5	54.60	54.60
	Rata-Rata	10	52.00	52.00
Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 500 ppm pH 8 Waktu kontak 0 menit	Titrasi 1	3.6	18.72	31.72
	Titrasi 2	3.5	18.20	32.76
	Titrasi 3	3.6	18.72	35.88
	Rata-Rata	3.57	18.55	33.45
Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 500 ppm pH 8 Waktu kontak 30 menit	Titrasi 1	3.7	19.24	31.20
	Titrasi 2	3.7	19.24	31.72
	Titrasi 3	3.9	20.28	34.32
	Rata-Rata	3.77	19.59	32.41
Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 500 ppm pH 8 Waktu kontak 60 menit	Titrasi 1	2.9	15.08	35.36
	Titrasi 2	2.9	15.08	35.88
	Titrasi 3	2.8	14.56	40.04
	Rata-Rata	2.87	14.91	37.09
Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 500 ppm pH 8 Waktu kontak 90 menit	Titrasi 1	3.6	18.72	31.72
	Titrasi 2	3.5	18.20	32.76
	Titrasi 3	3.5	18.20	36.40
	Rata-Rata	3.53	18.37	33.63
Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 500 ppm pH 8 Waktu kontak 120 menit	Titrasi 1	4.0	20.80	29.64
	Titrasi 2	4.1	21.32	29.64
	Titrasi 3	4	20.80	33.80
	Rata-Rata	4.03	20.97	31.03
Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂) konsentrasi 500 ppm pH 8 Waktu kontak 150 menit	Titrasi 1	4.6	23.92	26.52
	Titrasi 2	4.3	22.36	28.60
	Titrasi 3	4.4	22.88	31.72
	Rata-Rata	4.43	23.05	28.95

Sumber : Data Primer Hasil Penelitian

Gambar 3. menunjukkan waktu kontak dari 0 menit sampai 150 menit. Semakin lama waktu kontak maka interaksi antara limbah sianida dengan konsentrasi optimal hidrogen peroksida dan pH optimal makin baik yang menunjukkan reaksi yang berlangsung lebih sempurna. Dengan demikian semakin banyak limbah cair sianida yang bereaksi dengan hidrogen peroksida akan menurunkan

kandungan sianida. Kandungan sianida terbesar diperoleh dengan waktu kontak 60 menit dengan penurunan kadar sianida sebesar 37.09 % b/b. Penelitian ini sejalan dengan Riyanti (2010) waktu kontak yang terbaik adalah waktu kontak 1 jam.



Gambar 3. Grafik Persentase Kadar CN dengan Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) pada pH Optimal dengan Waktu Kontak Tertentu

4. PENUTUP

KESIMPULAN

1. Optimasi penggunaan hidrogen peroksida (H_2O_2) dapat dilakukan pada parameter konsentrasi, pH dan waktu kontak terhadap penurunan kadar sianida pada limbah cair. Kandungan sianida awal limbah cair tanpa penambahan hidrogen peroksida sebesar 52% b/b
2. Konsentrasi optimum hidrogen peroksida dalam menurunkan kandungan sianida diperoleh pada penambahan konsentrasi 500 ppm 36.40% b/b
3. pH optimum hidrogen peroksida dalam menurunkan kandungan sianida diperoleh pada pH 8 sebesar 40.91 % b/b
4. Waktu kontak hidrogen peroksida dalam menurunkan kandungan sianida diperoleh pada waktu kontak 60 menit sebesar 37.09% b/b

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas Bantuan Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPP-DN) dan Pimpinan FMIPA Universitas Hasanuddin atas Fasilitas Peralatan Riset.

DAFTAR PUSTAKA

- Awan. M. A. 2004. Reduction of Chemical Oxygen Demand from Tannery wastewater by oxidation. (*EJEAFChe*) *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* **3** (1) : 625-628
- Botz, M.M. 2001, "Overview of Cyanide Treatment Methods", *Mining Environmental Management*, Mining Journal Ltd., London, UK, pp. 28-30
- Cidu, R., Pelo, D.S., Frau. F. 2011. Impact of gold mining on the aquatic system: a case study at Furtei (Sardinia, Italy). *Mine Water – Managing the Challenges. IMWA* : 575-580
- Dasha, R, R., Gaur, A., Balomajumderb, C. 2009. Cyanide In Industrial Wastewaters and Its Removal: A Review on Biotreatment. *Journal of Hazardous Materials* **163** : 1–11
- Dash. R. R., Balomajumder. C., Kumar. A., 2009. *An Overview of Removal Methods of Cyanide from Industrial wastewater*. The International Congress on Civil Engineering.
- Deveci, H., Yazıcı, E.Y., Alp, I., Uslu, T. 2006. Removal of Cyanide from Aqueous Solutions by Plain and Metal-Impregnated Granular Activated Carbons. *Int. J. Miner. Process.* **79** : 198–208
- Hidayat, D. 2011. Pengaruh Sianida Pada Fotoreduksi Hg (II) yang Dikatalisis TiO₂. *Molekul*, **6**. (1): 40 – 45
- Hidayati, N., Juhaeti, T., Syarif, F. 2008. Potensi Hiperakumulasi *Saccharum spontaneum* Pada Medium Limbah Tailing Terkontaminasi Sianida. *Biota*. **13** (2): 97-105.
- Hidayati, N., Juhaeti, T., Syarif, F. 2009. Mercury and Cyanide Contaminations In Gold Mine Environment and Possible Solution of Cleaning Up by Using Phytoextraction. *Hayati Journal Of Biosciences* **16**(3) : 88-94
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 202 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas dan Atau Tembaga*. Jakarta : 1-10
- Mudder, T, I., Botz, M.M. 2004. Review Cyanide And Society: A Critical Review. *The European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection*. **4** (.1), : 62-74
- Manahan.S.E. 2009. *Toxicological Chemistry*", Lewis Publishers, Inc. Michigan 1989.
- Pitoy, M. M., A. D. Wuntu and H. S. J. Koleangan. 2008. Cyanide detoxification in gold mining tailing using sodium metabisulphite (Na₂S₂O₅) and hydrogen peroxide (H₂O₂). *Chem. Prog.* **1**, (1) : 30 -35

- Riyanti, F., Puji Lukitowati, P., Afrilianza. 2010. Proses Klorinasi Untuk Menurunkan Kandungan Sianida dan Nilai KOK Pada Limbah Cair Tepung Tapioka. *Jurnal Penelitian Sains* **13** (3(C))
- Simbolon. D., Simange. S.M., dan Wulandari S. Y. 2010. Kandungan Merkuri dan Sianida pada Ikan yang Tertangkap dari Teluk Kao, Halmahera Utara. *Ilmu Kelautan*. **15** (3): 126-134
- Sinbuathong, N., Kongseri, B., Plungklang., and Roj Khun-anake. 2000. Cyanide Removal from Laboratory Wastewater Using Sodium Hypochlorite and Calcium Hypochlorite *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* **34** : 74 – 78
- Smith, A. dan T. Mudder. 1991. *The Chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes*. Second Edition. Mining Journal Books Ltd, London.
- Sutoto. 2006. Pengkajian Pengaruh Oksidasi H₂O₂ dan Iradiasi Y Pada Senyawa Natrium Sianida. *Hasil Penelitian dan Kegiatan PTLR*
- Tangkuman, H. D., Abidjulu, J., dan Mukuan. H. 2008. Pengaruh Konsentrasi Sianida Terhadap Produksi Emas *Chem. Prog.* **1(1)** : 25-29
- Teixeira, L. A. C., Arellano M.T. C., Sarmiento, C. M., Yokoyama, L., Araujo, F. V da F. 2013. Oxidation of cyanide in water by singlet oxygen generated by the reaction between hydrogen peroxide and hypochlorite. *Minerals Engineering* **50–51**, : 57–63
- Yani, M., Handayani, D.M. 2012. Isolasi bakteri pendegradasi sianida dari tailing pertambangan emas. *J. Tek. Ind. Pert.* **21(3)** : 176-185
- Yeddou. A. R., Chergui. S., Chergui. A., Halet, F., Amaouche Hamza, A., Nadjemi, B., Ould-Dris.A., Belkouch. J. 2011. Removal Of Cyanide In Aqueous Solution By Oxidation With Hydrogen Peroxide In Presence Of Copper-Impregnated Activated Carbon *Minerals Engineering* **24** : 788–793
- Yeddou. A. R., Nadjemi, B., Halet, F., Ould-Dris, A., Capart, R. 2010. Removal of cyanide in aqueous solution by oxidation with hydrogen peroxide in presence of activated carbon prepared from olive stones. *Minerals Engineering* **23** : 32–39