

KAJIAN LOGAM Fe, Al, Cu DAN Zn PADA PERAIRAN KOLONG PASKA PENAMBANGAN TIMAH DI PULAU BANGKA

Rosidah dan Cynthia Henny
Pusat Penelitian Limnologi LIPI

ABSTRAK

Air kolong paska penambangan timah belum bisa di manfaatkan untuk keperluan penduduk karena bersifat asam dan masih mengandung logam-logam yang berbahaya. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan logam pada air kolong paska penambangan timah dan diharapkan dapat dipakai sebagai acuan untuk pengelolaan selanjutnya untuk kepentingan penduduk sekitarnya. Pengambilan sampel air kolong dilakukan pada 2006 dan 2007. Parameter logam yang di kaji yaitu Fe, Al, Cu dan Zn. Analisis logam menggunakan metoda destruksi dengan asam nitrat dan pengukuran menggunakan AAS Z-6100. Sementara pengukuran parameter fisika secara insitu dengan alat WQC HoribaU-10. Hasil penelitian menunjukkan kandungan Fe, Al, Cu dan Zn di kolong Hijau, terendah yaitu berturut-turut 2,480 mg/L, 0,040 mg/L, < 0,002 mg/L dan < 0,007 mg/L. Sedangkan kandungan tertinggi berturut-turut yaitu : 8,17 mg/L, 3,340 mg/L, 0,140 mg/L dan 0,450 mg/L. Di kolong TB. 1.9, diperoleh kandungan terendah untuk Fe, Al, Cu dan Zn yaitu 2,230 mg/L, 7,560 mg/L, < 0,002 mg/L dan < 0,007 mg/L, sedangkan kandungan tertinggi berturut-turut yaitu: 32,270 mg/L, 80 mg/L, 0,080 mg/L dan 0,870 mg/L. Berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001, rata-rata kandungan setiap logam tahun 2006 – 2007 di kolong Hijau maupun di kolong TB. 1.9 melebihi ambang batas dan secara umum rata-rata kandungan setiap logam di kolong TB. 1.9 lebih tinggi dibandingkan dengan kolong Hijau, kecuali untuk logam Cu, kandungan rata-ratanya relatif sama pada kedua kolong.

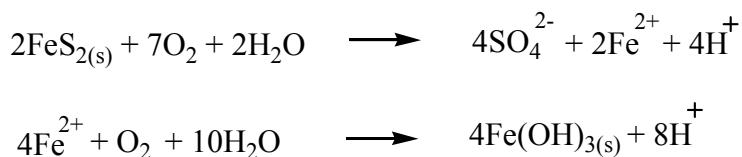
Kata kunci : Kolong, penambangan timah, logam, Fe, Al, Cu, Zn

PENDAHULUAN

Keberadaan kolong-kolong air di Pulau Bangka sebagai sisa proses penambangan timah menyisakan fenomena yang menarik. Sumber daya air baru bermunculan dan belum termanfaatkan dengan baik (Cynthia dkk, 2006). Kolong umumnya mempunyai air yang bersifat asam tergantung dari tipe mineral dominan di area tambang tersebut dan mengandung logam-logam terlarut berbahaya yang tidak dapat dimanfaatkan dalam kurun waktu yang cukup panjang. Menurut Subardja *et al.*, 2004 dan Brahmana *et al.*, 2004 dalam Cynthia H, 2011, perbaikan kualitas air secara alami seperti pada kolong tua memerlukan waktu 20 – 30 tahun.

Kolong yang airnya bersifat asam adalah akibat terjadinya proses oksidasi batuan/mineral sulfide dari jenis pirit (FeS_2), galena (PbS), mineral besi lainnya dari *mine tailing*, batuan buangan tambang (*overburden*) atau batuan dinding kolong. Area tambang yang didominasi oleh batuan mineral sulfida dan besi akan menghasilkan kolong yang airnya asam dan mengandung sulfat dan logam Fe yang tinggi (Cynthia,

2011). Reaksi oksidasi dari mineral sulfida sekaligus oksidasi besi ferous dapat dilihat di bawah ini (Cynthia dkk, 2006):



Oksidasi mineral sulfida juga dapat melepaskan logam lainnya antara lain As, Cd, Cu, Pb, Al dan Zn (Espana *et al.*, 2008; Dowling *et al.*, 2004; Sengupta, 1993 dalam Cynthia H, 2011).

Menurut Cynthia dkk (2006), kolong yang terbentuk paska penambangan timah dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu :

Kolong muda (<10 tahun)

- Mineral dasar kaolin kaya akan aluminum dan silika ; pH >4
 - Proses pemulihan kualitas air secara alami lebih cepat (<20 tahun)
 - Kandungan logam Fe dan Al yang tinggi
- Mineral dasar pirit kaya akan besi dan sulfat; pH >2
 - Proses pemulihan secara alami lambat (>20 tahun)
 - Kandungan logam Fe dan Al, serta sulfat tinggi
- Kandungan logam lain yang cukup tinggi: As, Pb, Zn, Cu
- Kandungan logam (Fe, Al, As, Pb, Zn, Cu) pada sedimen cukup tinggi sehingga potensial untuk *leaching*.

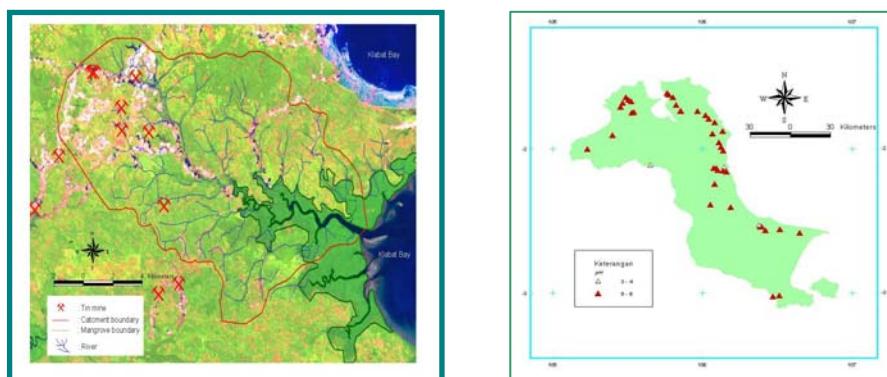
Kolong tua (>10 tahun)

- Mineral dasar kaolin ; pH > 6
 - Kandungan logam rendah
 - Sudah dimanfaatkan untuk beberapa kegiatan
- Mineral dasar pirit ; pH >4
 - Masih terdapat kandungan beberapa logam
 - Belum banyak dimanfaatkan

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji unsur logam Fe, Al, Cu, dan Zn yang terkandung dalam air kolong paska penambangan timah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai referensi untuk pengelolaan selanjutnya agar air kolong tersebut dapat dimanfaatkan bagi kepentingan penduduk sekitarnya.

MATERI DAN METODA

Penelitian dan pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni, Agustus, November 2006 dan bulan April, Juni dan September 2007. Lokasi pengambilan sampel yaitu di kolong Hijau (kolong tua), terletak di Desa Bacang, Pangkal Pinang dan kolong TB. 1.9 (kolong muda), berada di Air Jangkang, Sungai Liat. Yang merupakan daerah pertambangan timah di pulau Bangka. Kolong Hijau sudah dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk budi daya ikan, sedangkan kolong TB. 1.9 keberadaannya belum dimanfaatkan.



Gambar 1. Peta area kolong di sungai dan muara Teluk Kelabat (kiri) dan kolong-kolong muda dan tua di Pulau Bangka (kanan) (*Courtesy: Sulastri dkk, Dinas Pertambangan*)

Pengambilan sampel air kolong dilakukan dengan menggunakan water sampler, sample air dimasukkan kedalam botol yang telah dicuci sehingga bebas logam. Sampel tersebut kemudian diawet dengan asam nitrat (HNO_3) pekat sampai $\text{pH} < 2$. Analisis logam dalam sampel air dilakukan di laboratorium, menggunakan metoda destruksi dengan asam nitrat (HNO_3) pekat menurut APHA(2005) dan pengukuran menggunakan AAS Z-6100. Selain itu dilakukan juga pengukuran parameter pH, konduktivitas, suhu, kekeruhan dan oksigen terlarut (DO).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran parameter fisika air kolong Hijau dan kolong TB. 1.9 ditampilkan pada Table 1. Nilai pH pada kolong TB. 1.9 yang masuk kategori kolong muda relatif rendah yaitu berkisar antara 2,21 – 3,42 sedangkan untuk kolong Hijau (kolong tua) berkisar antara 4,82 – 6,48. Kondisi pH pada kolong tua nilainya lebih

tinggi dari kolong muda sebab kolong tua umumnya sudah mengalami proses remediasi alami untuk mencapai keadaan pH normal lingkungan perairan, walaupun kondisi ini baru bisa dicapai setelah lebih dari 20 tahun. (Cynthia, dkk. 2006)

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika di kolong Hijau dan kolong TB. 1.9

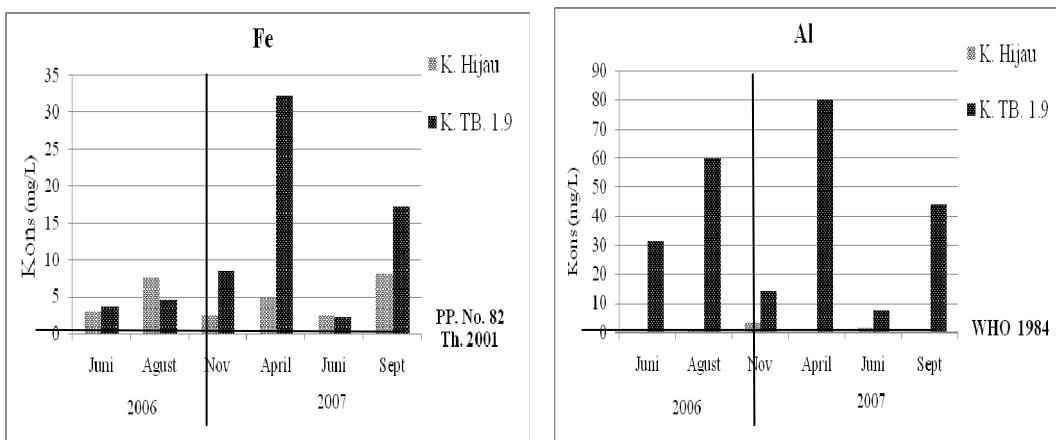
Kolong	pH	Kond (mS/Cm)	Suhu (°C)	Kekeruhan (NTU)	DO (mg/L)
2006					
K. Hijau	4,82 – 5,82	0,073 – 0,084	27,0 – 29,3	2 - 9	0,33 – 0,72
K. TB. 1.9	2,48 – 3,42	0,064 – 0,065	26,6 – 27,4	2 – 2,5	0,39 – 0,50
2007					
K. Hijau	5,43 – 6,48	2,46	31,2	2,4	5,85
K. TB. 1.9	2,21 – 2,95	1,13 – 2,04	27,7 – 30,1	19 - 43	4,5

Hasil pengukuran logam terhadap sampel air kolong yang telah dilakukan dari tahun 2006 – 2007 dapat dilihat pada Tabel 2, Gambar 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Kandungan logam pada masing-masing kolong tahun 2006 -2007

Nama Kolong	Bulan Sampling	Fe mg/L	Al mg/L	Cu mg/L	Zn mg/L
Kolong Hijau	2006				
	Juni	3.060	0.040	0.002	0.007
	Agustus	7.590	0.690	0.018	0.032
	November	2.480	3.340	0.050	0.190
	Rata-rata	4.377	1.357	0.023	0.076
	2007				
	April	4.860	0.290	0.020	0.450
	Juni	2.490	1.550	< 0.002	0.020
	September	8.170	0.490	0.140	0.010
	Rata-rata	5.173	0.777	0.053	0.160
Kolong TB. 1.9	2006				
	Juni	3.600	31.540	0.008	0.243
	Agustus	4.580	60.000	0.008	0.020
	November	8.590	14.380	0.100	0.870
	Rata-rata	5.590	35.307	0.039	0.378
	2007				
	April	32.270	80.500	0.080	0.410
	Juni	2.230	7.560	< 0.002	< 0.007
	September	17.250	44.030	0.040	0.205
	Rata-rata	17.250	44.030	0.040	0.205

Besi termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup dan dibutuhkan dalam jumlah cukup besar (Goldman & Horne, 1983). Akan tetapi apabila keberadaan Fe diperairan melebihi ambang batas dapat membahayakan kehidupan organisme akuatik dan tidak layak untuk dikonsumsi. Pada Tabel 2 kandungan besi (Fe) terendah di kolong Hijau yaitu 2,480 mg/L (2006), kandungan tertingginya 8,17 mg/L (2007) dan menurut PP. No. 82 tahun 2001 sudah melebihi ambang batas. Moore, (1991) dalam Effendi (2003) mengatakan kandungan $Fe > 1,0$ mg/L dianggap membahayakan kehidupan organisme akuatik. Tingginya kandungan logam di perairan akan di absorpsi oleh ikan biasanya melalui insang, juga dapat pula masuk melalui kulit (kutikula) dan lapisan mukosa. Hubungan antara jumlah absorpsi logam dan kandungan logam dalam air biasanya secara proporsional, dimana kenaikan kandungan logam dalam jaringan sesuai dengan kandungan logam dalam air (Darmono, 1995). Sedangkan di kolong TB. 1.9 kandungan Fe tahun 2006 – 2007 berkisar antara 2,230 – 32,270. Tingginya kandungan Fe di kolong TB. 1.9 kemungkinan karena area ini di dominasi oleh batuan mineral sulfida dan besi yang menyebabkan air kolong menjadi asam dan mengandung sulfat dan Fe yang tinggi (Cynthia, 2011). Cole (1988) dalam Effendi (2003) menyatakan bahwa keberadaan besi hanya ditemukan pada perairan yang berada dalam kondisi anaerob (anoksik) dan suasana asam. Air yang diperuntukkan bagi air minum sebaiknya memiliki kandungan Fe kurang dari 0,3 mg/L (Moore, 1991; Sawyer & Mc.Carty, 1978 dalam Effendi, 2003), sedangkan perairan untuk keperluan pertanian sebaiknya memiliki kandungan $Fe < 20$ mg/L (McNeely *et al*, 1979 dalam Effendi 2003). Dalam PP No. 82 tahun 2001, air yang akan diolah sebagai air minum secara konvensional , kandungan Fe nya ≤ 5 mg/L. Oleh karena itu untuk kolong TB. 1.9 perlu adanya perlakuan khusus untuk mengurangi kandungan Fe apabila air kolong tersebut akan dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat.

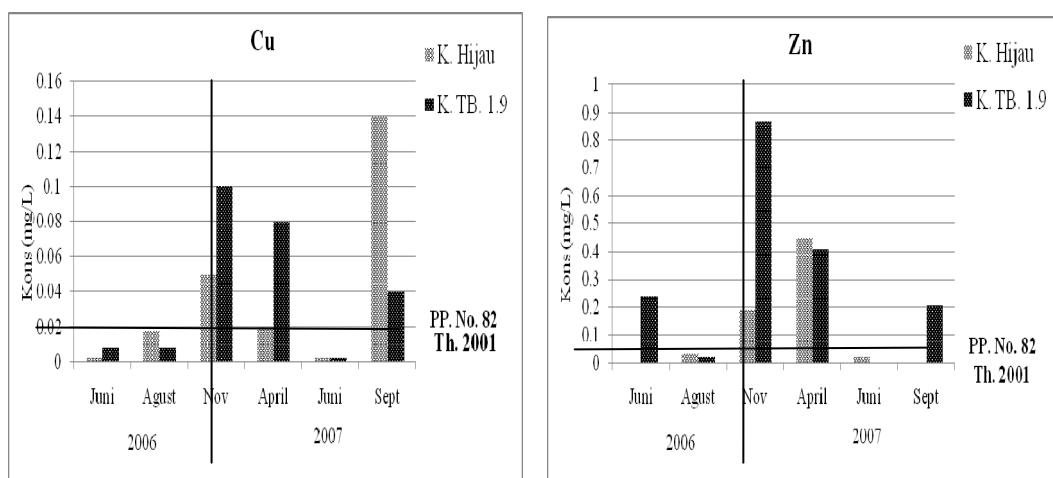


Gambar 2: Profil kandungan Fe dan Al pada kolong Hijau dan kolong TB. 1.9 tahun 2006 – 2007

Di perairan, aluminium (Al) biasanya terserap kedalam sedimen atau mengalami presipitasi. Aluminium dalam bentuk oksida aluminium bersifat tidak larut, akan tetapi garam-garam aluminium sangat mudah larut. Perairan alami biasanya memiliki kandungan Al kurang dari 1,0 mg/L, sedangkan perairan asam memiliki kandungan Al yang lebih tinggi (Effendi, 2003). Kandungan aluminium (Al) di kolong Hijau tahun 2006 - 2007 berkisar antara 0,040 mg/L – 3,340 mg/L (Tabel 2), sedangkan kandungan Al terendah di kolong TB. 1.9 yaitu 7,56 (2007) dan kandungan tertingginya yaitu 80,50. Sama halnya dengan kandungan Fe, kandungan Al di kedua kolong tersebut juga sudah melebihi ambang batas untuk budidaya ikan dan untuk peruntukan lainnya, karena menurut *Canadian Council of Resource and Environmental Ministers* (1978) dalam Effendi (2003), untuk memelihara kehidupan organisme akuatik, kandungan Al sebaiknya $< 0,005$ mg/L bagi perairan dengan $pH < 6,5$ dan $< 0,1$ mg/L bagi perairan dengan $pH > 6,5$. Sedangkan kandungan Al untuk keperluan air minum sekitar 0,2 mg/L (Moore, 1991 dalam Effendi, 2003). Pada perairan yang bersifat asam ($pH 4,4 – 5,4$) logam Al bersifat lebih toksik dan toksitas Al maksimum terjadi pada $pH 5,0 – 5,2$ (Schofield & *Canadian Council of Resource and Environmental Ministers* (1978) dalam H. Effendi (2003)).

Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang dijumpai pada perairan alami dan merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan hewan, namun kandungan Cu yang berlebihan dapat mengakibatkan air menjadi berasa jika diminum dan dapat mengakibatkan kerusakan pada hati (Effendi, 2003). Pada Tabel 2. kandungan Tembaga

(Cu) rata-rata pada kolong Hijau tahun 2006 – 2007 yaitu 0,023 - 0,053 mg/L, sedangkan kandungan Cu rata-rata pada kolong TB. 1.9 yaitu 0,039 mg/L (2006) dan 0,040 mg/L (2007). Berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001 kandungan Cu pada kedua kolong tersebut sudah melebihi ambang batas (0,02 mg/L) baik digunakan sebagai air baku untuk air minum, budi daya ikan maupun untuk peternakan. Menurut Moore (1991) dalam Effendi, (2003), toksitas Cu (EC_{50}) bagi mikroalga *Scenedesmus quadricauda* berkisar antara 0,1 – 0,3 mg/L, nilai LC_{50} Cu bagi avertebrata air tawar dan laut biasanya 0,5 mg/L, sedangkan terhadap ikan-ikan air tawar biasanya berkisar antara 0,02 – 1,0 mg/L. Toksitas Cu akan meningkat dengan menurunnya nilai kesadahan dan alkalinitas (Effendi, 2003)



Gambar 3: Profil kandungan Cu dan Zn pada kolong Hijau dan kolong TB. 1.9 tahun 2006 – 2007

Kelarutan unsur seng (Zn) dan oksida seng dalam air relatif rendah, Zn yang berikatan dengan klorida dan sulfat mudah terlarut, sehingga kadar Zn dalam air sangat dipengaruhi oleh senyawaannya, akan tetapi jika perairan bersifat asam maka kelarutan Zn akan meningkat (Moore, 1991 dalam Effendi, 2003). Pada Tabel 2, kandungan Zn rata-rata di kolong Hijau pada tahun 2006 - 2007 yaitu 0,076 - 0,160 mg/L. Di kolong TB. 1.9 kandungan rata-rata Zn relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan kolong Hijau yaitu 0,378 mg/L (Tahun 2006) dan 0,205 mg/L pada tahun 2007 (Tabel 2), hal ini disebabkan karena rendahnya nilai pH pada kolong TB. 1.9. Menurut Moore (1991) dalam Effendi (2003), kandungan Zn pada perairan alami $< 0,05$ mg/L. Sedangkan pada perairan asam mencapai 50 mg/L (McNeely *et al*, 1979 dalam Effendi, 2003).

Berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001 kandungan Zn rata-rata pada kedua kolong sudah melebihi ambang batas (0,05 mg/L) baik untuk air baku air minum, budidaya ikan dan peternakan. Toksisitas Zn bagi organisme akuatik (alga, avertebrata dan ikan) sangat bervariasi, yaitu < 1 mg/L hingga > 100 mg/L, sebagai contoh nilai LC₅₀ 48 jam Zn bagi *Daphnia hyalina* adalah 0,04 mg/L (Baudouin dan Scoppa, 1974 dalam *Canadian Council of Resource and Environmental Ministers*, 1978 dalam H. Effendi, 2003). Toksisitas Zn akan menurun dengan meningkatnya kesadahan, sedangkan meningkatnya suhu dan menurunnya oksigen akan meningkatkan toksitas dari Zn. (*Canadian Council of Resource and Environmental Ministers* (1978) dalam Effendi (2003)).

Kandungan setiap logam pada kolong TB. 1.9 yang masuk kategori kolong muda pada umumnya lebih tinggi (Gambar 2 & 3) bila dibandingkan dengan kolong Hijau (kolong tua), kecuali pada logam Cu, dimana kandungan Cu relatif sama pada kedua kolong tersebut. Tingginya kandungan tiap logam pada kolong TB. 1.9 karena kolong ini merupakan kolong muda, dimana pH pada kolong ini sangat rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Brahmana dkk, (2004) yang menyatakan kualitas air kolong muda menunjukkan kualitas air yang buruk dengan pH berkisar 2,9 – 4,5 dengan kandungan logam berat seperti Fe, Al, Pb, dan Mn sangat tinggi. Kandungan logam berat pada kolong muda di pulau Bangka bisa mencapai 5 – 8 mg/L. Jeffries & Mills (1996) dalam Effendi (2003) mengemukakan asidifikasi melarutkan banyak logam di perairan, kadar beberapa logam berat toksik cenderung meningkat pada suasana asam, misalnya merkuri (Hg) dan Seng (Zn).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Fe, Al, Cu dan Zn di Kolong Hijau terendah yaitu 2,480 mg/L, 0,040 mg/L, $< 0,002$ mg/L dan $< 0,007$ mg/L. Sedangkan kandungan tertingginya berturut-turut yaitu : 8,17 mg/L, 3,340 mg/L, 0,140 mg/L dan 0,450 mg/L. Di kolong TB. 1.9 kandungan terendah untuk Fe, Al, Cu dan Zn yaitu 2,230 mg/L, 7,560 mg/L, 0,0 mg/L dan 0,0 mg/L, sedangkan kandungan tertingginya berturut-turut sebagai berikut: 32,270 mg/L, 80,000 mg/L, 0,080 mg/L dan 0,870 mg/L. Berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001, rata-rata kandungan tiap logam tahun 2006 – 2007 di kedua kolong melebihi ambang batas, baik untuk air baku air minum,

budidaya ikan maupun peternakan. Rata-rata kandungan logam Fe dan Al di Kolong Hijau maupun Kolong TB. 1.9 cenderung lebih tinggi dari logam Cu dan Zn untuk tahun 2006 – 2007. Bila dibandingkan antara kolong Hijau yang merupakan kolong tua dengan kolong TB. 1.9 yang masuk kategori kolong muda terlihat bahwa rata-rata kandungan hampir tiap logam lebih tinggi di kolong TB. 1.9, kecuali untuk logam Cu konsentrasinya relatif sama .

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendukung data-data yang sudah ada dalam proses pengolahan air kolong sehingga keberadaan air kolong tersebut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA, AWWA. 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21th edition, Washington DC.
- Cynthia Henny, A. B. Santoso, G.S. Ajie, Gunawan, Rosidah, H. Fauzi, 2006. Laporan Akhir Tahunan Program Penelitian Dan Pengembangan Iptek Riset Kompetitif LIPI. Pusat Penelitian Limnologi LIPIKegiatan Program Kompetitif LIPI
- Cynthia Henny, 2011. “Kolong” Bekas Tambang Di Pulau Bangka : Permasalahan Kualitas Air Dan Alternatif Solusi Untuk Pemanfaatan. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, Vol. 37 No. 1 Puslit Oseanologi. Puslit Limnologi LIPI Jakarta - Bogor
- Darmono, 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Penerbit Universitas Indonesia Jakarta
- H. Effendi, 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit KanisiusYogyakarta
- Peraturan Pemerintah, 2001. Nomor 82 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Presiden republik Indonesia.