

## PENENTUAN PENCEMARAN Cr, Co, Fe, DAN Sb PADA LINDI MENGUNAKAN METODE ANALISIS AKTIVASI NEUTRON

**Yustinus Purwamargapratala, Alfian, Ridwan**  
Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir - BATAN  
Kawasan Puspiptek Gedung 42, Setu, Tangerang Selatan  
email : pratala@batan.go.id

### ABSTRAK

**PENENTUAN PENCEMARAN Cr, Co, Fe, DAN Sb DALAM LINDI DENGAN METODE ANALISIS AKTIVASI NEUTRON.** Telah dilakukan. Lindi dari limbah TPA berpotensi mengandung kontaminan termasuk Cr, Co, Fe, dan Sb. Bahan tersebut dapat mencemari lingkungan dan sangat mengganggu kesehatan manusia, sehingga konsentrasi dalam lindi perlu ditentukan. Sampel Lindi yang diambil dari selokan ke penampung lindi dan hanya disaring untuk memisahkan bahan padat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lindi mengandung  $46,8 \pm 0,006 \mu\text{g/g}$  Cr-51;  $132,1 \pm 0,011 \mu\text{g/g}$  Co-60;  $597,1 \pm 0,327 \mu\text{g/g}$  Fe-59; dan  $23,8 \pm 0,005 \mu\text{g/g}$  Sb-124.

**Kata kunci:** Pencemaran Cr, Co, Fe, Sb, Lindi, Analisis Aktivasi Neutron.

### ABSTRACT

**DETERMINATION POLLUTION OF Cr, Co, Fe, AND Sb IN THE LEACHATE WITH NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS METHOD HAS BEEN DONE.** Leachate from landfill waste potentially containing contaminants including Cr, Co, Fe, and Sb. Such materials can pollute the environment and very disturbing to human health so that its concentration in the leachate need determined. Leachate samples taken from the gutter to the leachate reservoir and just filtered to separate the solid material. The results showed that the leachate contains  $46,8 \pm 0,006 \mu\text{g/g}$  Cr-51;  $132,1 \pm 0,011 \mu\text{g/g}$  Co-60;  $597,1 \pm 0,327 \mu\text{g/g}$  Fe-59; dan  $23,8 \pm 0,005 \mu\text{g/g}$  Sb-124.

**Keywords:** Pollution Cr, Co, Fe, Sb, Lindi, Neutron Activation Analysis.

### PENDAHULUAN

Logam berat dibagi ke dalam 2 jenis [1] yaitu : Logam berat esensial, logam dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme. Dalam jumlah yang berlebihan, logam tersebut bisa menimbulkan efek toksik. Contohnya adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Logam berat tidak esensial, logam yang keberadaannya dalam tubuh manusia masih belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat toksik seperti Hg, Cr, Cd, Pb dan lain sebagainya.

Logam kromium yang masuk ke dalam lingkungan dapat datang dari bermacam-macam sumber, biasanya berasal dari kegiatan-kegiatan perindustrian, kegiatan rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar.

Pencemaran logam kromium di tanah biasanya terjadi karena kebocoran air limbah atau bahan kimia industri,

penggunaan pestisida, kemasukan air permukaan tanah yang tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan, zat kimia, atau limbah, air limbah dari tempat penimbunan sampah serta polusi industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*).

Besi (Fe) adalah logam yang dihasilkan dari bijih besi, dan jarang dijumpai dalam keadaan bebas, untuk mendapatkan unsur besi, campuran lain harus dipisahkan melalui penguraian kimia. Besi digunakan dalam proses produksi besi baja, yang bukan hanya unsur besi saja tetapi dalam bentuk alloy (campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon) [2,3].

Konsentrasi besi dalam air minum dibatasi maksimum 0.3 mg/l (sesuai Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002), hal ini berdasarkan alasan masalah warna, rasa serta timbulnya kerak yang menempel pada sistem perpipaan. Manusia

dan makhluk hidup lainnya dalam kadar tertentu memerlukan zat besi sebagai nutrisi tetapi untuk kadar yang berlebihan perlu dihindari. Garam ferro misalnya ( $\text{FeSO}_4$ ) dengan konsentrasi 0.1 – 0.2 mg/L dapat menimbulkan rasa yang tidak enak pada air minum. Dengan dasar ini standar air minum WHO untuk Eropa menetapkan kadar besi dalam air minum maksimum 0.1 mg/l sedangkan USEPA menetapkan kadar maksimum dalam air yaitu 0.3 mg/l [2,4,5].

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.

Kelebihan zat besi (Fe) bisa menyebabkan keracunan dimana terjadi muntah, kerusakan usus, penebaran dini hingga kematian mendadak, mudah marah, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, *cardiomyopathies*, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, kulit kehitaman – hitaman, sakit kepala, gagal hati, hepatitis, mudah emosi, hiperaktif, hipertensi, infeksi, insomnia, sakit liver, masalah mental, rasa logam di mulut, myasthenia gravis, mual, nevi, mudah gelisah dan iritasi, parkinson, rematik, sikoprenia, sariawan perut, sickle-cell anemia, keras kepala, strabismus, gangguan penyerapan vitamin dan mineral, serta hemokromatis [3].

Antimon merupakan metaloid dan mempunyai empatalotropi bentuk. Bentuk stabil antimon adalah logam biru-putih. Antimoni kuning dan hitam adalah logam tak stabil. Antimon digunakan sebagai bahan tahan api, cat, keramik, elektronik dan karet.

Antimon dimanfaatkan dalam produksi industri semikonduktor dalam produksi dioda dan detektor infra merah. Sebagai sebuah campuran, logam semu ini meningkatkan kekuatan mekanik bahan. Manfaat yang paling penting dari antimon adalah sebagai penguat timbal untuk baterai. Kegunaan-kegunaan lain adalah campuran antimon, korek api, obat-obatan dan pipa. Oksida dan sulfida antimon, sodium antimonat, dan antimon triklorida

digunakan dalam pembuatan senyawa tahan api, keramik, gelas, dan cat.

Antimon dan senyawa-senyawanya adalah toksik. Secara klinis, gejala akibat keracunan antimon hampir mirip dengan keracunan arsen. Dalam dosis rendah, antimon menyebabkan sakit kepala dan depresi. Dalam dosis tinggi, antimon akan mengakibatkan kematian dalam beberapa hari.

Analisis aktivasi neutron (AAN) merupakan metode analisis bahan berbasis teknik nuklir yang sangat sensitif. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan banyak unsur secara serempak dengan akurasi dan sensitivitas tinggi, sehingga tepat untuk analisis unsur kelumit di dalam berbagai jenis cuplikan [6].

Dalam penelitian ini akan dilakukan penentuan konsentrasi kromium (Cr), kobalt (Co), besi (Fe), dan antimon (Sb) pada lindi yang berasal dari tempat pembuangan akhir sampah Sukawinatan, menggunakan metode analisis aktivasi neutron.

## METODOLOGI

### Bahan dan Alat

Sampel analisis berupa lindi dari tempat pembuangan akhir sampah, peralatan yang digunakan berupa spektrometer gamma untuk analisis aktivasi neutron.

### Cara Kerja :

Sampel lindi didapatkan dari selokan tempat pembuangan sampah akhir Sukawinatan. Selokan tersebut merupakan saluran pembuangan menuju kolam penampungan lindi. Sampel hanya dikenai perlakuan penyaringan dan dekantasi untuk memisahkan material padatan.

Ke dalam vial dipipetkan 1000  $\mu\text{L}$  sampel dan dikeringkan tanpa dilakukan pemanasan dalam kotak yang mengandung silikagel. Sampel diiradiasi dengan energi sebesar  $5,2 \cdot 10^{17} \text{ n.m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \pm 2\%$ . Analisis dilakukan menggunakan metode analisis aktivasi neutron.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tempat pembuangan sampah akhir merupakan tempat penampungan sampah padat dari berbagai sumber sampah, baik berupa limbah rumah tangga maupun industri. Keberagaman bentuk dan jenis limbah tersebut mengakibatkan ke-

beragaman kandungan pencemar pada tempat pembuangan sampah akhir (TPA) dibandingkan TPA yang lain.

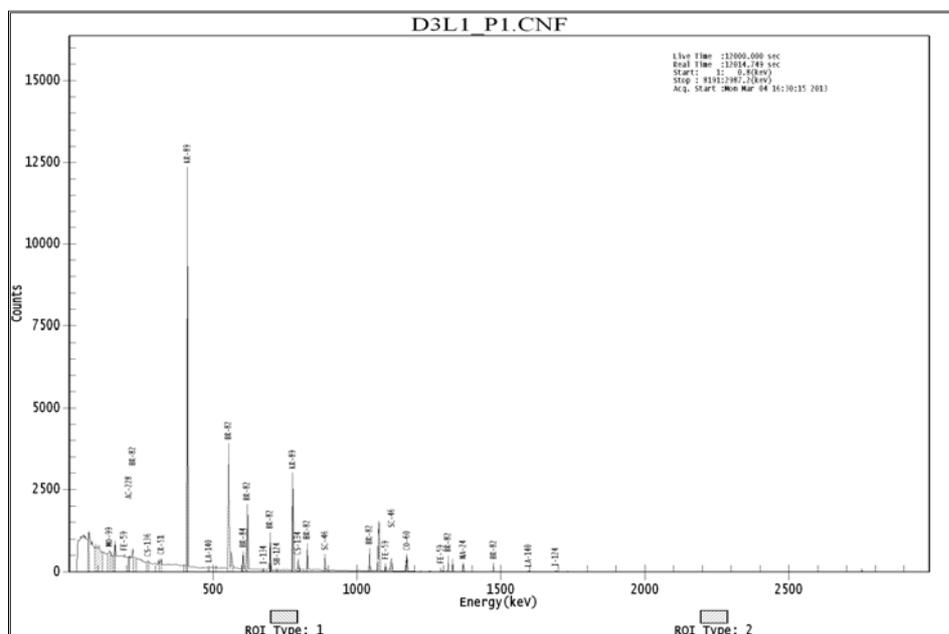
Pada penelitian ini digunakan sampel lindi berasal dari TPA Sukawinatan. Sumber sampah/ limbah TPA Sukawinatan berasal dari rumah tangga dan industri di daerah sekitarnya.

Sertifikat pembandingan yang digunakan dalam analisis ini adalah *Trace Elements in Natural Water, Standard Reference Material 1640*, yang diterbitkan oleh *National Institute of Standards and Technology* seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Fraksi massa sertifikat 1640.

Unsur	Sampel(µg/kg)
Kromium (Cr)	38,6 ± 1,60
Kobal (Co)	20,28 ± 0,31
Besi (Fe)	34,3 ± 1,60
Antimon (Sb)	13,79 ± 0,42

Spektrum hasil analisis dengan metode analisis aktivasi neutron (AAN) diperlihatkan pada Gambar 1. yang menunjukkan hubungan energi dan cacah. Tampak bahwa sampel mengandung antara lain unsur-unsur kromium (Cr), kobalt (Co), besi (Fe), dan antimon (Sb).



Gambar 1. Spektrum hasil analisis dengan metode analisis aktivasi neutron (AAN) yang menunjukkan hubungan energi dan cacah

Nilai cacah dari masing-masing unsur digunakan untuk menghitung konsentrasinya dengan metode komparatif dengan persamaan :

$$W_{unsur\_cth} = \frac{A_{unsur(cth)}}{A_{unsur(std)}} W_{unsur(std)} \quad (1)$$

$$[Cons]_{unsur\_target} = \frac{W_{spt}}{W_{target}} \quad (2)$$

Limit LC dan LD Metode Currie:  
Tingkat kepercayaan 95%

$$L_c = 1,645 \cdot \sigma_0 = 1,645 \sqrt{B \left( 1 + \frac{m}{2n} \right)} \quad (3)$$

$$L_D = 1 + 2 \sqrt{B \left( 1 + \frac{m}{2n} \right)} \quad (4)$$

Tabel 2. Kandungan pencemar Cr-51, Co-60, Fe-59, and Sb-124 pada lindi.

Unsur	Sampel (µg/kg)
Cr-51	46,8 ± 0,006
Co-60	132,1 ± 0,011
Fe-59	597,1 ± 0,327
Sb-124	23,8 ± 0,005

Hasil analisis sampel menunjukkan kandungan pencemar Cr-51, Co-60, Fe-59, and Sb-124 seperti diperlihatkan pada tabel 1.

Pada Tabel 2. terlihat bahwa komposisi pencemar yang terbesar dalam lindi adalah Fe-59 yaitu 597,1±0,327 µg/kg.

Besi (Fe) dapat menimbulkan korosi, penyumbatan pada pipa, bau, dan kekeruhan.  $Fe^{2+}$  juga menimbulkan *corrosive* yang disebabkan oleh bakteri golongan *Crenothric* dan *Clonothrix* [7,8,9]. Kandungan kromium dalam lindi sebesar  $46,8 \pm 0,006 \mu\text{g/Kg}$ . Nilai ini jauh melebihi Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010, Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup bahwa baku mutu krom total pada air limbah bagi kawasan industri sebesar 1 mg/L sedangkan krom heksavalen sebesar 0,5 mg/L.

Kandungan kobalt (Co) dalam lindi sebesar  $132,1 \mu\text{g/Kg}$ . Kontaminasi logam berat Co dapat berasal dari industri kaleng minuman dan industri magnet. Persoalan spesifik logam berat Co di lingkungan terutama karena akumulasinya sampai pada rantai makanan dan keberadaannya di alam, serta meningkatnya sejumlah logam berat yang menyebabkan keracunan terhadap tanah, udara dan air meningkat [10,11].

## KESIMPULAN

Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Sukawinatan hasil pengukuran dengan metode analisis aktivasi neutron menunjukkan mengandung  $46,8 \pm 0,006 \mu\text{g/g Cr-51}$ ;  $132,1 \pm 0,011 \mu\text{g/g Co-60}$ ;  $597,1 \pm 0,327 \mu\text{g/g Fe-59}$ ; dan  $23,8 \pm 0,005 \mu\text{g/g Sb-124}$ .

## PUSTAKA

1. WIDOWATI, W., SASTIONA, A., JUSUF, R. (2008). Efek Toksik Logam. Yogyakarta: Andi.
2. EATON, ANDREW. Et.al. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, Maryland–USA : American Public Health Association, 2005.
3. PARULIAN dan ALWIN, Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi

- (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal.Medan : Pascasarjana – Universitas Sumatera Utara (USU), 2009
4. ARIFIN, Tinjauan dan Evaluasi Proses Kimia (Koagulasi, Netralisasi, Desinfeksi) di Instalasi Pengolahan Air Minum PT. Tirta Kencana Cahaya Mandiri Cikokol, Tangerang, 2007.
  5. SAID, NUSA IDAMAN, Metoda Praktis penghilangan Zat besi dan Mangan Di Dalam Air Minum, Kelair – BPPT, Jakarta, 2003.
  6. Th. RINA M. dan SUMARDJO, Perbandingan Akurasi Metode AAN-Komparatif Dan Ko-AAN Dalam Analisis Abu Terbang Batu Bara, J. Tek. Reaktor. Nukl. Vol. 10 No. 1 Pebruari 2008 Hal. 46-56
  7. OKTIAWAN, W dan KRISBIANTORO, Efektifitas Penurunan  $Fe^{2+}$  Dengan Unit Saringan Pasir Cepat Media Pasir Aktif, Semarang : FT-TL Universitas Diponegoro, 2007.
  8. SAIFUDIN, M.R. dkk. 2004. Efektivitas Kombinasi Filter Pasir-Zeolit, Pasir-Karbon Aktif dan Zeolit-Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) Di Desa Danyung Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo Tahun 2004, Jurnal Infokes Vol 8 No.1 Maret – September 2004.
  9. SAID, N.S dan WAHJONO, H.D., Pembuatan Filter Untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan Di Dalam Air. Jakarta : BPPT1999
  10. JAYAKUMAR. Effect of Different Concentration of Cobalt on Pigment Content of Soybean. Journal of Department of Botany, Annamalai of University. India. 2009.
  11. I MADE BAYU, DWINA ROOSMINI, dan POPPY INTAN TJAHAJA, Akumulasi Logam Kobalt Dari Tanah Andosol Menggunakan Tanaman Sawi India (*Brassica Juncea*), Program Studi Teknik Lingkungan, FTSL ITB, Bandung.