

**IDENTIFIKASI UNSUR DAN KADAR LOGAM BERAT  
PADA WADUK CACABAN KABUPATEN TEGAL  
DENGAN METODE ANALISIS PENGAKTIFAN NEUTRON**

**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana S-1**



**Disusun Oleh :**

**Sobirin**

**J2D 005 194**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2010**

## **ABSTRACT**

*The research of heavy metal was held in Cacaban Reservoir on October 2009 . This research was aimed to identification the elements of heavy metal in Cacaban Reservoir Tegal Regency.*

*The method by using neutron activation analysis by liquid sample and sediment sample which based neutron reaction produced radioactive substance which can emitted gamma radiation. It has specifically each radioactive substance because it has specific energy which can detected by gamma spectroscopy.*

*Research results were obtained that in water area Cacaban Reservoir were found elements heavy metal. They are Arsen(As-76), Cromium(Cr-51), and Cobalt (Co-50) with content As-( $3,4 \pm 2,2$ ) $10^{-1}$  ppm, Cr-51 ( $2,4 \pm 1,7$ ) $10^{-1}$  ppm, Co-60 peak I ( $1,2 \pm 0,2$ ) $10^{-1}$  ppm dan Co-60 peak II ( $1,5 \pm 0,6$ ) $10^{-1}$  ppm*

*Keywords: water area Cacaban Reservoir, liquid sample, sediment sample and neutron activation*

## **INTISARI**

Telah dilakukan penelitian logam berat pada Waduk Cacaban pada bulan oktober 2009. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan unsur dan kadar logam berat yang terkandung di Kawasan Waduk Cacaban Kabupaten Tegal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Analisis Pengaktifan Neutron (APN) dengan menggunakan sampel cair dan sampel padat (sedimen), yang didasarkan pada reaksi neutron dengan inti. Inti atom unsur yang berada di dalam cuplikan akan menangkap neutron dan berubah menjadi radioaktif dengan memancarkan sinar gamma. Sinar gamma yang dipancarkan menyingkapkan data kualitatif dan kuantitatif unsur dalam cuplikan karena sinar gamma memiliki energi karakteristik untuk setiap unsur radionuklida sehingga dapat diidentifikasi dengan teknik spektroskopi gamma.

Hasil penelitian menunjukkan adanya kandungan unsur logam berat berupa Arsen(As-76), Krom(Cr-51), dan Cobalt (Co-60) dengan kandungan As-76 sebesar ( $3,4 \pm 2,2$ ) $10^{-1}$  ppm, Cr-51 ( $2,4 \pm 1,7$ ) $10^{-1}$  ppm, Co-60 peak I ( $1,2 \pm 0,2$ ) $10^{-1}$  ppm dan Co-60 peak II ( $1,5 \pm 0,6$ ) $10^{-1}$  ppm

Kata Kunci : Kawasan air Waduk Cacaban, sampel cair, sample padat, neutron

## **BAB I**

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber kehidupan bagi manusia. Manfaat air bagi kehidupan kita antara lain untuk kebutuhan rumah tangga yaitu sebagai air minum dan MCK, kebutuhan industri, air irigasi untuk pertanian sampai pembangkit listrik tenaga air. Air di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3 - 1,4 milyar km<sup>3</sup> dengan 97,5% berupa air laut dan 1,75% berbentuk es serta 0,73% berada di daratan. Kenyataannya, hanya air di daratan seperti air sungai, air danau, air tanah yang telah dimanfaatkan secara optimal untuk kepentingan manusia. Di Indonesia, dari potensi air yang ada (100%) yang menjadi aliran mantap dan yang termanfaatkan baru sebesar 28% sedangkan sisanya 72% terbuang percuma (langsung ke laut). Air merupakan sumberdaya alam yang terbaharui melalui daur hidrologi. Namun keberadaan air sangat bervariasi tergantung lokasi dan musim (Sudjarwadi, 1987).

Waduk merupakan suatu bangunan air yang digunakan untuk menampung debit air berlebih pada saat musim hujan supaya kemudian dapat dimanfaatkan pada saat debit rendah saat musim kemarau. Salah satu waduk yang telah dibangun pada masa penjajahan Belanda adalah waduk Cacaban. Waduk Cacaban terletak di Kabupaten Tegal yang dioperasikan sebagai salah satu wujud usaha pemanfaatan potensi air untuk mengoptimalkan sumberdaya air yang ada pada daerah aliran sungai (DAS) Cacaban. Waduk Cacaban terletak di Desa Karanganyar, termasuk dalam wilayah administrasi Kecamatan Kedungbanteng, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Air *in-take* waduk berasal dari sungai-sungai besar dan kecil yang melewati 11 desa wilayah Kecamatan Jatinegara, Pangkah dan Kedungbanteng. Sungai-sungai tersebut antara lain Sungai Menyawak, Cacaban Kulon, Curug Agung dan Lajak. Daya tampung air Luas daerah aliran sungai Waduk Cacaban dengan luas 59 km<sup>2</sup> adalah sebesar 90 juta m<sup>3</sup> air terpasang pada elevasi ketinggian 77,5 meter, yang bisa mengairi

lahan pertanian seluas 7.439 hektar di wilayah Kabupaten Tegal yang terbagi dalam beberapa kecamatan, yaitu Pangkah, Kramat, Tarub, Surodadi, Kedungbanteng, Warurejo dan lahan di kota Tegal (Agung, 2008)

Sebagian besar pemanfaatan waduk digunakan sebagai sumber irigasi, sumber perikanan darat, dan kebutuhan keluarga (MCK dan air minum). Bahan-bahan sisa yang merupakan bahan buangan dari industri berteknologi tinggi mengandung racun yang kuat dan dapat menyebabkan kematian. Komponen limbah buangan industri yang mengandung unsur atau senyawa logam berat juga merupakan toksikan dengan daya racun tinggi (Palar, 1994)

Kandungan logam berat pada Waduk Cacaban ini dianalisis dengan menggunakan Analisis Pengaktifan Neutron (APN). Apakah kandungan air yang terdapat pada waduk sesuai dengan PP No.82 TAHUN 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. APN merupakan suatu metode analisis yang memanfaatkan prinsip reaksi aktivasi inti suatu unsur dengan neutron. Dalam APN, sampel yang telah diiradiasi akan memancarkan radiasi gamma dengan energi spesifik yang mencirikan unsur tersebut. Sinar gamma yang dipancarkan dari reaksi aktivasi unsur tersebut akan menggambarkan data kualitatif dan kuantitatif unsur dalam sampel yang akan dianalisis (Susetyo, 1988).

Unsur logam berat adalah unsur yang mempunyai densitas lebih dari 5 gr/cm<sup>3</sup> (Fardiaz, 1992). Hg mempunyai densitas 13,55 gr/cm<sup>3</sup>. Diantara semua unsur logam berat, Hg menduduki urutan pertama dalam hal sifat racunnya, dibandingkan dengan logam berat lainnya, kemudian diikuti oleh logam berat antara lain Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, Zn (Fardiaz, 1992)

Metode APN mempunyai keunggulan dalam mendeteksi berbagai unsur secara serentak dengan sensitifitas yang tinggi. APN mampu mencirikan unsur kualitatif dalam orde 10<sup>-9</sup> gram, bahkan mampu mencapai ketelitian hingga orde 10<sup>-12</sup> gram (Susetyo, 1988).

Reaksi aktivasi neutron terhadap unsur yang dianalisis dilakukan dengan sumber neutron. Dalam hal ini digunakan reaktor yang telah diketahui secara pasti fluks neutronnya. Pengukuran radioaktifitas dari unsur yang telah teraktivasi dilakukan dengan penganalisis salur ganda atau dikenal dengan sebutan *Multi Channel Analyser* (Mellawati, 1994).

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, dilakukan identifikasi unsur logam berat yang ada di air dan sedimen Waduk Cacaban. Identifikasi yang dilakukan menggunakan metode APN. Dengan APN ini diharapkan akan didapatkan unsur dan kadar logam berat pada kandungan air di Waduk Cacaban.

## **1.3 Batasan Masalah**

Ruang lingkup yang dibahas dalam penelitian ini dibatasi oleh :

1. Pengambilan sampel dilakukan pada musim kemarau (oktober 2009).
2. Menggunakan 2 jenis sampel yaitu sampel cair dan sampel padat/sedimen.
3. Pengambilan sampel dilakukan pada 6 titik sampel, dengan 5 titik sampel diambil dari 5 sungai terbesar yang terdapat pada aliran waduk Cacaban, 1 titik sampel pada pintu keluar waduk.

## **1.4 Tujuan Penelitian :**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi unsur dan kadar logam berat yang terdapat pada Waduk Cacaban Kabupaten Tegal dengan metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN).
2. Membandingkan kadar logam berat sesuai dengan PP No.82 Tahun 2001.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Dengan penelitian ini diharapkan dapat lebih memahami penggunaan instrumentasi Analisis Pengaktifan Neutron (APN) untuk analisis kandungan logam-logam dalam cuplikan lingkungan, khususnya logam berat. Metode APN ini dapat digunakan sebagai metode untuk mengetahui jenis dan kadar suatu unsur limbah selain metode kimia, seperti AAS.
2. Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan dalam pemanfaatan teknologi nuklir.
3. Dengan penelitian ini diharapkan hasilnya dapat digunakan sebagai basis data kandungan logam berat pada kandungan air di Waduk Cacaban Kabupaten Tegal dan dapat digunakan sebagai bahan masukan bagi instansi terkait dalam rangka pengolahan Waduk Cacaban di Kabupaten Tegal.
4. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat disebarluaskan kepada masyarakat sebagai informasi tentang lingkungan hidup di Kabupaten Tegal. Khususnya masyarakat di sekitar lokasi Waduk Cacaban.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, 2008, *Optimasi Operasi Waduk menggunakan Model Simulas*, Skripsi S-1 Universitas Soedirman, Purwokerto.
- Akhadi, M., 1997, *Pengantar Teknologi Nuklir*, Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Astuti, A., 2003, *Uji Komposisi Unsur-unsur pada Limbah Penyamakan Kulit dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron*, Skripsi S-1 Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Beiser, A., 1991, *Konsep Fisika Modern*, terjemahan The Houw Liong. Edisi, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Darmono, 1995, *Logam Dalam Biologi Mahluk Hidup*, Jakarta :Universitas Indonesia Press.
- DOE Fundamentals Handbook, 1993, *Nuclear Physics and Reactor Theory*, Volume 2, Washington D.C.: Department of Energy.
- Effendi, 2003, *Telaah Kualitas Air “ Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan”*, Yogyakarta : Kanisius.
- Erdtman, G dan Soyka, W., 1979, *The Gamma Ray of The Radionuclide : Table for Applied Gamma Ray Spektrometry*, Wienheim, New York : Verlag Chemie.
- Fardiaz, S., 1992, *Polusi Air dan Udara*, Yogyakarta : Kanisius.
- Hari, S.B., 2009, *Energi Nuklir, Pengertian dan Pemanfaatannya*, [www.netsains.com](http://www.netsains.com), 7 Agustus 2009.
- Hutagalung, H.P., 1984, *Logam Berat dalam Lingkungan Laut*, Oseana, Vol IX No. 1. LON LIPI, Jakarta
- Glasstone, S., 1981, *The Element of Nuclear Reactor Theory*, New York: D. Van Norstrand Company, Inc.
- Duderstadt, J.J. dan L.J. Hamilton., 1976, *Nuclear Reactor Analysis Departement of Nuclear Engineering*, Michingan : The University of Michingan Ann Arbor.

- Hindarko, S., 2003, *Mengolah Air Limbah Supaya tidak mencemari orang lain*, Jakarta: Penerbit Esha.
- Khairani, Nina., 2007, *Penentuan Kandungan Unsur Krom dalam Limbah Tekstil dengan Metode APN*, Skripsi S-1 Universitas Diponegoro, Semarang.
- Lamarsh, J.R., 1965, *Introduction to Nuclear Reactor Theory*, United State of America: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Mellawati, J., 1994, *Penggunaan Metode Standar Multi Unsur Pada Analisis Aktifasi Neutron*, Jakarta: BATAN.
- Maeda and T. Sakaguchi., 1990, Accumulation and detoxification of toxic metal elements by algae, In: *Introduction to Applied Phycology*, I. Akatsuka : (ed), SPB Academic Publishing bv, pp. 109- 136.
- Murtopo, Sugeng., 1989. *Analisa Logam Berat dalam Perairan*, Yogyakarta : Universitas Gajah Mada Press.
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikan Logam Berat*, Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Pramuditya, S., 2007, *Pengembangan Kode Komputer Terintegrasi untuk Studi Desain Awal PLTN Jenis PWR*, <http://www.thesis.pdf>, 24 Mei 2009.
- Prayoto, 1998, *Pengantar Teori Reaktor*, Yogyakarta : Teknik Nuklir. Universitas Gadjah Mada.
- Rahayu, M. P., 2006, *Pengukuran Konsentrasi Uranium dari Industri Fosfat Menggunakan Metode Spektrometri Gamma In-Situ*, Skripsi S-1 Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ridwan, Muhammad et.al., 1986, *Pengantar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*, Jakarta : BATAN.
- Suratman, 1996, *Introduksi Proteksi Radiasi*, Yogyakarta : P3TM-BATAN.
- Sasongko, D. P., 1997, *Kajian Radioaktivitas AlamLaut Pesisir Semarang*, Skripsi S-2 Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Sasongko, D. P., 1998, *Metode Analisis Pengaktifan Neutron untuk Penelitian Antar Bidang MIPA*, Edisi Antas Bidang, Vol.6, No.5, Desember 1998.
- Setiadipura, T., 2008, *Pengantar Fisika Reaktor Nuklir*, <http://www.fisika-reaktor-nuklir.pdf>, 11 Agustus 2009.
- Stacey, Weston M., 2000, *Nuclear Reactor Physics*, New York: A Wiley-Interscience Publication John Wiley and Sons, Inc.
- Susetyo, W., 1988, *Spektrometri Gamma dan Penerapannya Dalam Analisis Pengaktifan Neutron*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sudjarwadi, 1987, Dasar-dasar Teknik Irigasi, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.*
- Supriharyono, 1989, *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*, Jakarta : Djambatan.
- Tsoulfadinish, N., 1992, *Measuring and Detection Of Radiation*, Herispher Publishing Corporation.
- Wardhana, W.A., 2001, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Yogyakarta : Andi Offset.
- Wardhana, W.A., 1996, *Teknik Analisis Radioaktivitas Lingkungan*, Yogyakarta: Andi Offset.