

Vol. 6, No. 3 Juli 2010

ISSN 0854-4263

INDONESIAN JOURNAL OF  
**Clinical Pathology and  
Medical Laboratory**

Majalah Patologi Klinik Indonesia dan Laboratorium Medik

IJCP & ML (Maj. Pat. Klin. Indonesia & Lab. Med.)	Vol. 16	No. 3	Hal. 105-151	Surabaya Juli 2010	ISSN 0854-4263
---	---------	-------	--------------	-----------------------	-------------------

Diterbitkan oleh Perhimpunan Dokter Spesialis Patologi Klinik Indonesia

*Published by Indonesian Association of Clinical Pathologists*

Terakreditasi No: 43/DIKTI/Kep/2008, Tanggal 8 Juli 2008

INDONESIAN JOURNAL OF  
**CLINICAL PATHOLOGY AND  
MEDICAL LABORATORY**

Majalah Patologi Klinik Indonesia dan Laboratorium Medik

---

**SUSUNAN PENGELOLA MAJALAH INDONESIAN JOURNAL OF  
CLINICAL PATHOLOGY AND MEDICAL LABORATORY**

**Pelindung (Patron)**

Ketua Perhimpunan Dokter Spesialis Patologi Klinik Indonesia

**Penasehat (Advisor)**

Prof. Hardjoeno, dr., Sp.PK(K)  
Prof. Siti Budina Kresna, dr, Sp.PK(K)  
Dr. R. Darmawan Setijanto, drg, M.Kes

**Penelaah Ahli/Mitra Bestari (Editorial Board)**

Prof. Dr. Indro Handojo, dr, Sp.PK(K)  
Prof. Dr. J B Soeparyatmo, dr, Sp.PK(K)  
Prof. Riadi Wirawan, dr, Sp.PK(K)  
Prof. Dr. A A G Sudewa, dr, Sp.PK(K)  
Prof. Tiki Pang, PhD  
Prof. Marzuki Suryaatmadja, dr, Sp.PK(K)  
Prof. Dr. Rustadi Sosrosuhardjo, dr, DMM, MS, Sp.PK(K)  
Prof. Rahayuningsih Dharma, dr., Sp.PK(K), DSc

**Penyunting Pelaksana (Managing Editors)**

Prof. Dr. Prihatini, dr, Sp.PK(K), Prof. Adi Koesoema Aman, dr, Sp.PK(K), Yuli Kumalawati, dr, DMM, Sp.PK(K),  
Lia Gardenia Partakusuma, dr, Sp.PK(K), MM; Dr. Ida Parwati, dr, Sp.PK(K), PhD; Dr. FM Yudayana, dr, Sp.PK(K),  
Prof. Dr. Krisnowati, drg, Sp.Pros, Tahono, dr, Sp.PK(K), Nurhayana Sennang Andi Nanggung, dr, M.Kes, DMM, Sp.PK,  
Osman Sianipar, dr, DMM, MS, Sp.PK(K), Dr. Sidarti Soehita, FHS, dr, MS, Sp.PK(K), Purwanto AP, dr, SpPK,  
Dr. Jusak Nugraha, dr, MS, Sp.PK(K); Endang Retnowati, dr, MS, Sp.PK(K), Dr. Aryati, dr, MS, Sp.PK(K),  
Puspa Wardhani, dr, Sp.PK, Bastiana, dr, Maimun Zulhaidah Arthamin, dr, M.Kes, Sp.PK,  
Sulistyo M. Agustini, dr., Sp.PK(K), Dr. Noormartany, dr., Sp.PK(K), MSi

**Pelaksana Tata Usaha**

Ratna Ariantini, dr, Sp.PK, Leonita Aniwati, dr, Sp.PK(K), Yetti Hernaningsih, dr, Sp.PK :  
Tab. Siklus Bank Jatim Cabang RSUD Dr. Soetomo Surabaya; No AC: 0323551651,  
Tabungan Mandiri KCP SBY PDAM; No. AC: 142-00-0743897-0  
Email:majalah.ijcp@yahoo.com (PDSPATKLIN Cabang Surabaya),  
Bendahara PDSPATKLIN Pusat, RS PERSAHABATAN, Jl. Persahabatan Raya no 1, Jakarta Timur 13230,  
Tlp. 62-021-4891708, Fax. 62-021-47869943  
Email: pds\_patklin@yahoo.com

**Alamat Redaksi (Editorial Address)**

Departemen/Laboratorium Patologi Klinik RSUD Dr. Soetomo Gedung Diagnostik Terpadu Lantai 4 RSUD Dr. Soetomo  
Jl. Prof. Dr. Moestopo 6-8 Surabaya Tlp/Fax. (031) 5042113, Fax (031) 5042113, Email: majalah.ijcp@yahoo.com

INDONESIAN JOURNAL OF  
**CLINICAL PATHOLOGY AND  
 MEDICAL LABORATORY**

Majalah Patologi Klinik Indonesia dan Laboratorium Medik

**DAFTAR ISI**

**PENELITIAN**

- Hiperuricemia sebagai Faktor Ramalan Perjalanan Penyakit (Prognosis) Gejala Klinik Strok Infark  
*(Hyperuricemia is Prognostic Factor for Clinical Outcome in Infarction stroke)*  
**Fenty, Harjo Mulyono, Siti Muchayat** ..... **105-109**
- Peran Antigen NS1 Dengue terhadap Penghitungan Trombosit dan Penampakan (Manifestasi) Klinis  
 Penjangkitan/penularan (Infeksi) Virus Dengue  
*(The Role of NS-1 Dengue Antigen To Thrombolytic Count and Clinical Manifestation of Dengue Viral  
 Infection)*  
**J Nugraha, T.E Widijatmoko** ..... **110-117**
- Analisis Bahan Baku Air Minum dan Produk Olahannya Serta Eliminasi terhadap Pencemaran  
 Hormon Steroid dan Logam Berat  
*(The Analysis of Crude drinking water and It's Product that contaminated with steroid hormone, alloy  
 and it's elimination)*  
**L. Mahaputra, SI Zadjuli, M.Ansori, Prihatini, Sugianto, Ismudiono, H Callo**..... **118-127**
- Stres Oksidatif (F2-Isoprostan, Superoksida Dismutase dan Myeloperoksidase) dan Disfungsi Endotel  
 (Asimetrik Dimetilarginin) di Kegemukan (Obesitas)  
*(Oxidative Stress (F2-Isoprostane, Superoxide Dismutase and Myeloperoksidase) and Endothelial  
 Dysfunction (Asymmetric Dimethylarginine) in Obese)*  
**Joko Widodo, Burhanuddin Bahar, Mansyur Arif** ..... **128-132**
- Kadar Penghambat Penguraian Fibrin oleh Trombin yang Tergiatkan (Thrombin Activatable Fibrinolysis  
 Inhibitor) di Pasien Kegemukan dengan dan tanpa Diabetes Mellitus  
*(Thrombin Activatable Fibrinolysis Inhibitor Level in Obese Subjects with and without Diabetes  
 Mellitus)*  
**Mansyur Arif, Ichwan Meinardi, Winni Agustiani**..... **133-135**
- Penggunaan Antibiotika bagi Penderita Balita Pneumonia  
*(Antibiotic Using in Pneumonia Children)*  
**DAR Rasmika Dewi dan Dewa Ayu Swastini** ..... **136-139**

**TELAAH PUSTAKA**

- Epidemiologi dan Diagnosis Kedokteran Laboratorik Infeksi Virus H1N1  
*(The Epidemiologic and Medical Laboratoric Diagnosis of Viral Infection H1N1)*  
**J Sembiring, O Sianipar** ..... **140-148**

**LAPORAN KASUS**

- Idiopathic Thrombocytopenic Purpura  
**Alvina, Diana Aulia**..... **149-151**

**INFO LABORATORIUM MEDIK TERBARU**

# ANALISIS BAHAN BAKU AIR MINUM DAN PRODUK OLAHANNYA SERTA ELIMINASI TERHADAP PENCEMARAN HORMON STEROID DAN LOGAM BERAT

*(The Analysis of Crude drinking water and It's Product that contaminated with steroid hormone, alloy and it's elimination)*

L. Mahaputra\*, SI Zadjuli\*\*, M. Ansori\*\*, Prihatini\*\*\*, Sugianto\*\*\*\*, Ismudiono\*, H Callo\*\*\*\*\*

---

## ABSTRACT

Steroid hormone and alloy could contaminate the drinking water which danger to human, because make bad side effect on the health. Steroid hormon may cause diseases ie. malignancy particularly of gen mutation and and heavy alloy may cause discrepancies of organ among others: lever, kidneys, brain and the others. The objective of this research was to identify quantitatively either steroid sex hormones or heavy metal contaminants in drinking water. The water examination of PDAM, household and mineral water was done by ELISA method to steroid hormones in Laboratory of veterinary obstetric and endocrine UNAIR .The alloy were analyzed by Atomic absorption method in Dept. Of Chemistry in ITS laboratory. The data were analyzed by descriptive statistic show that all kinds of drinking water samples were not contaminated neither heavy metal such as Cd and Pb nor male sex hormone. But unfortunately contamination of heavy metal mainly cuprum (Cu) spread it out for all kind of drinking water and its product so then the highest contamination found in dig-land-water was 87%. The other hand more frequent female sex hormone contaminated drinking water there was estrogen and secondly followed with progesterone hormone. Examination of contaminant steroid hormone in drinking water, water supply of PDAM, Vendors water and mineral water didn't contaminate with alloy (Cd and Pb) ,also they didn't contaminate with testosteron hormone however almost water reservoir and more over dig-land-water of Mamuju Regency contaminated with Cu more than 0.02 ppm

**Key words:** drinking water, steroid hormone, alloy, elimination

---

## PENDAHULUAN

Hormon steroid di dalam tubuh manusia secara faali (fisiologis) kadarnya sangat rendah dan naik-turun (berfluktuasi). Kepekatan (konsentrasi) rendah dipertahankan selama dua (2) hari setiap 28 hari sekali. Namun, dengan pemakaian (konsumsi) air minum yang lama dan berlanjut, apabila air minum tersebut mengandung hormon steroid kemungkinan akan terjadi gangguan patologis dalam tubuh manusia. Cemaran hormon dapat berasal dari kotoran manusia, katak, buaya, ikan, limbah pabrik tahu dan leguminase.<sup>1,2</sup> Hormon estrogen secara alami dihasilkan tumbuhan leguminase yang dapat menimbulkan keguguran pada sapi bunting. Di semua ikan khusus mujair dan nila kadar hormon, konsentrasi dapat mencapai 100 kali lipat di darah wanita subur.<sup>3</sup> Pengaruh buruk yang ditimbulkan oleh penimbunan hormon dalam tubuh antara lain: kanker ganas mulut rahim, dan payudara, terutama bila terjadi cemaran logam berat Cd kadmium (*cadmium*) yang dikenal sebagai pengubah gen (mutagenik) sel.

Perhimpunan endokrin (*Endocrine society*) di USA telah melakukan riset masalah hormon lebih 14000 dan melibatkan dokter di 100 negara. Kejadian akibat gangguan endokrin antara lain gangguan kesuburan, kanker, cacat tubuh dari terpajan endokrin gangguan bahan kimia yang kuat selain gangguan sistem endokrin termasuk tiroid, neroendokrin, kegemukan, metabolisme dan insulin serta peredaran darah glukose.<sup>4,5</sup>

Memperhatikan bahaya yang ditimbulkan hormon tersebut dan merugikan kesehatan, maka hal tersebut perlu ditanggapi oleh pemerintah (Kementerian kesehatan dan lingkungan hidup). Meskipun telah dikeluarkan PP kemkes (1975) dan PP KLH (2001), tetapi kejadian tersebut tidak pernah ditanggapi perihal kandungan hormon dalam air minum, padahal ter temukan cemaran.<sup>6,7</sup>

Di samping cemaran hormon steroid, air minum juga tercemar oleh logam berat seperti kadmium/*cadmium* (Cd), timbal/*plumbum* (Pb), bauksit/*Bauxite* (Bx) dan tembaga/*cuprum* (Cu). Bahan tersebut meskipun kadarnya rendah bila terjadi penimbunan

---

\* Lab. Kebidanan & Endokrin Dept.Reproduksi FKH UNAIR E-mail: l\_putra@yahoo.com

\*\* Fakultas Ekonomi UNAIR

\*\*\* Departemen Patologi Klinik FK UNAIR

\*\*\*\* Fakultas Farmasi UNAIR

\*\*\*\*\* Univ. Muhammadiyah Kab. Mamuju

(akumulasi) akan mengakibatkan kerusakan atau gangguan fungsi alat tubuh (organ) seperti hati, ginjal dan paru.

Memperhatikan hal tersebut di tiga (3) kota di Indonesia (Surabaya, Batu, Samarinda)<sup>8-15</sup> dan sudah diteliti, maka perlu diteliti apakah hal tersebut bermasalah sama dengan di kota/kabupaten Mamuju yang sebagian besar menggunakan air PDAM.

Tujuan penelitian: 1) memperoleh data mutu (kualitas) air siap saji yang beredar di kabupaten Mamuju, 2) mengetahui cemaran yang terjadi pada pengambilan sampel berbeda, dan juga tempat mengambil air terhadap cemaran hormon steroid dan logam berat, 3) memberi asupan kepada pemerintah daerah agar pengelolaan air siap saji, air yang beredar, PDAM atau air baku tidak tercemar dan mengupayakan pencegahannya.

Manfaat penelitian, data yang diperoleh dari hasil telitian dapat digunakan untuk mengambil kebijakan dalam mengelola air untuk diminum dan melindungi masyarakat dari akibat buruk cemaran tersebut.

Air merupakan bahan keperluan hidup yang utama, sebab tubuh manusia mengandung air > 70%.<sup>16</sup> Akibat kekurangan air (dehidrasi) terjadi gangguan pertukaran zat (metabolisme), sebab air sebagai pengantar (mediator) dan pengatur suhu (termoregulator) sel tubuh. Air yang baik ialah yang tidak tercemar jasad renik (mikroorganisme). Sebaliknya kejadian tersering menjadi buruk mutunya akibat cemaran kotoran manusia, yaitu: bentuk bakteri usus (*coli*).<sup>17</sup> Namun, dapat di atasi bila sebelum minum air direbus dalam suhu 70° C selama 15 menit. Sebagian tubuh manusia mengandung logam yang berkepekatan (konsentrasi) kecil yaitu: kalsium (Ca), Kalium (K), Natrium (Na), tembaga/*Cuprum* (Cu), seng (Zn), klorida (Cl) dan karbonat (CO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dan lain-lainnya.<sup>18</sup> Menurut Menteri Lingkungan Hidup (2001)<sup>7</sup> kepekatan yang diizinkan ialah: Cu 0,02 mg/L, Zn 0,05 mg/L, Pb 0,03 mg/L dan Cd 0,01 mg/L. Pada pengolahan air minum kepekatan logam tersebut dapat lebih dari ketentuan kementerian Kesehatan atau Lingkungan Hidup.<sup>7</sup> Hal tersebut membahayakan masyarakat penggunaannya, karena dapat merusak atau meracuni alat tubuh (organ) antara lain misalnya: hati, ginjal, paru dan sel darah.<sup>19</sup>

## METODE

### Pemeriksaan kadar hormon dan logam berat

Pemeriksaan kadar hormon dilakukan di sub Laboratorium Endokrin laboratorium Kebidanan Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.

Pemeriksaan logam berat dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia ITS Surabaya.

## Pembagian Populasi

Kelompok satu (1) berasal dari aliran sungai masuk ke pintu utama PDAM, yang dikenal sebagai air baku (AB), pengambilan sampel setiap pagi dan sore selama 7 (tujuh) hari berturut-turut.

Kelompok dua (2) berasal dari dua (2) kelurahan terdiri atas lima (5) rumah tangga dengan waktu pengambilan sampel setiap pagi dan sore selama 7 (tujuh) hari berturut-turut.

Kelompok tiga (3) berasal dari sampel 5 tempat air induk (depo) isi ulang dengan pengambilan sampel seminggu tiga (3) kali saja.

Kelompok empat (4) berasal dari sampel 5 air kemasan siap saji yang berbeda tanda dagang (merk)-nya yang dijual di pasar Mamuju masing-masing tiga (3) sampel.

Kelompok (5) berasal dari air sumur perumahan masyarakat yang digunakan untuk air minum, dan diperiksa tiga (3) kali seminggu saja dengan jarak selang (*interval*) pengambilan sampel sama.

## Cara memeriksa hormon steroid<sup>19,22</sup>

1. sampel air sebanyak 3 ml dimasukkan ke dalam tabung penyarian (ekstraksi) (isi/*volume* 20 mL) masing-masing satu (1) mL,
2. 5 ml eter minyak bumi (*petroleum ether*) dimasukkan sebagai penyari (ekstraktor) di masing- masing tabung penyarian (ekstraksi),
3. kemudian dikocok dengan alat olakan (*vortex*) selama 3 menit,
4. masukan dalam lemari pendingin beku (*freezer*) selama 15 menit,
5. cairan yang terapung (supernatan) di atas dan mengandung hormon kemudian dituang ke tabung pemeriksaan penentu kadar (*assay*), sedangkan endapan (residu) tetap berada di bawah tabung penyarian,
6. Apungan dimasukkan ke dalam penangas air (*waterbath*) 39° C, sambil ditiup dengan pompa peniup (*blowing pump*),
7. masing-masing sampel kemudian diembunkan (-kondensasi) dengan menambahkan 200 ml larutan pengikat nihil/*Binding nol* (Bo) (serum yang mengandung) nd/mL atau 0 pg/mL atau 0 ng/dL di masing-masing hormon),
8. Analisis kadar hormon progesteron, estrogen, testoteron dilakukan dengan teknik penentu kadar penyerap kekebalan terhubung ensim/*Enzyme Linked Immunoabsorbance Assay (ELISA)* yang mirip dengan penentu kadar kekebalan *radiograf/Radio Immunoassay (RIA) tahap (fase) padat (Diagnostic Product Corporation USA)* tempat 1251- Progesteron, 1251-Estrogen dan 1251-Testoteron sebagai sebagai penjejak (*tracer*). Penjejak menandai terjadinya ikatan bersaing (kompetitif) di antibodi khas/khusus (spesifik) dengan bahan

(substansi) hormon dalam sampel. Semakin tinggi kadar hormon, penjejak semakin terikat antibodi di pengimbang sinar gama (*gamma counter*) dan semakin rendah. Sebab penerima (reseptor) antibodi sudah diikat antigen (Ag dari hormon sampel). Nilai yang terekam di pengimbang sinar gama (*gamma counter*) ialah satuan "hitungan per menit (*count per minute*)" (*CPM*). Nilai yang diperoleh sebagai berikut:

Ikatan nilai % = Rerata sampel dilipat-duakan (-duplo) – nilai ikatan nir khas/*non specific binding*(*NSB*) : Rerata BO × 100%.

Ekstrapolasi masing-masing hormon diperoleh dari bakuan lengkungan (standar kurva)  $P_4$  : ng/mL,  $E_2$ : pg/mL dan  $T_4$  : ng/dL. Karena pemekatan dua (2) kali dan hasil akhir dibagi dua (2) dalam bakuan lengkungan (standar kurva).<sup>19</sup> Penjejak ELISA (*ELISA tracer*) atau penanda (label) untuk hormon digunakan *horse radish peroxidase* (*HRP*) yang dibaca dengan alat baca ELISA (*ELISA reader*).

### Cara memeriksa logam berat

Sampel ditipiskan empat kali dan logam berat Cu, Pb, serta Cd diukur. Pemeriksaan menggunakan spektrofotometer penyerap atom (*Atomic absorption Spectrophotometer*), panjang gelombang Cu 324,75 nm; Pb 283,32 nm dan Cd 228,8nm, takaran kepekatan (konsentrasi) logam berat dalam mg/Lt atau bagian per satu juta (*part permillion* (*ppm*)).

Penganalisisan logam berat

1. sampel air 80 mL diaduk untuk menyerbasamakan (homogenisasi),
2. sampel diuapkan pada suhu 100° C,
3. sampel masing-masing dihancurkan (-destruksi) dengan 4 ml  $HNO_3$  + 2 mL  $H_2SO_4$  pekat,
4. masing-masing sampel ditambahkan air awa-ion (*deionized water*) sebanyak 20 ml di kemudian disaring dengan kertas *Watmann* 40 $\mu$  (pemekatan 4 kali),
5. masing-masing logam berat berbakuan (-standar) sebagai berikut: Cu = 1000 mg/1000 mL  $HNO_3$ , Pb = 1000 mg/1000 mL  $HNO_3$ , Cd = 1000 mg/1000 mL  $HNO_3$ ,
6. semua bahan telitian diperiksa di Spektrofotometer penyerap atom (*Atomic absorption Spectrophotometer*),
7. rumus perhitungan:

$$C = \frac{(a-b)df}{m} \times \frac{1000}{1000}$$

keterangan :

C = kepekatan (konsentrasi) logam berat (mg/L)  
a = kepekatan (konsentrasi) di uji/tes cairan (mg/mL)  
b = kepekatan (konsentrasi) rerata di standar (mg/L)

df = faktor pengenceran 250 mL)

m = isi (volume)/berat sampel (80 mL)

Analisis data

Data hormon dibagi dalam takaran ng/dL, pg/mL dan ng/mL untuk Progesteron, Estrogen dan Testosteron bakuan (standar) nasional tidak ada, maka dilaporkan statistik pemerian/diskriptif (%). Data logam berat Cu, Pb dan Cd dalam takaran *ppm* dibandingkan dengan bakuan nasional air minum.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kadar hormon di dalam sampel atau "Speciment" baik yang berasal dari biologik atau material non biologik, validitas ataupun "quality control" dan juga kurva standard selalu dicerminkan oleh komponen validitasnya.

Komponen validitas yang dapat terukur dalam seluruh *assay* yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa absorbans pada masing konsentrasi standar dari konsentrasi 0–1000 pg/mL menunjukkan nominal angka yang semakin rendah yaitu dari 2,5–0,4. Angka ini mempunyai arti bahwa makin besar kadar hormon dalam sampel maka makin rendah absorbans yang ditampilkan oleh *Spectrofotometry* (*ELISA reader* pada panjang gelombang 450 nm). Demikian pula simpangan baku (SD) yang ditunjukkan tidak berbeda jauh satu sama lain yaitu antara 0,0–0,1. Angka ini menunjukkan bahwa antara pemeriksaan (*inter-assay*) yaitu satu pemeriksaan (*assay*) dengan pemeriksaan yang lain konsentrasi pemulihan (*recovery*) tidak berbeda jauh dengan sebelum dan sesudah pemeriksaan. Sedangkan untuk hormon progesteron nilai absorbans untuk masing masing konsentrasi standar dari 0–50 ng/mL menunjukkan 1,7–0,3. Nilai angka ini juga mengandung makna bahwa makin besar konsentrasi hormon dalam sampel maka makin rendah nilai absorbans yang ditunjukkan dan demikian sebaliknya. Nilai simpangan bakunya (SD) menunjukkan antara 0,08–0,41. Nilai ini juga bermakna bahwa antara pemeriksaan (*inter-assay*) satu dengan yang lainnya masih tetap azas tidak jauh berbeda jauh. Demikian pula untuk hormon testosteron yaitu satu satunya hormon seks laki-laki yang dianalisis dengan absorbans pada konsentrasi masing-masing dari 0–18 ng/mL menunjukkan 1,7–0,2. Ini berarti sama dengan dua hormon yang disebutkan duluan bahwa makin tinggi konsentrasi hormon dalam sampel maka makin rendah nilai absorbans yang ditunjukkan oleh *ELISA reader* di gelombang 450 nm. *Inter-assay* hormon testosteron ini juga tidak jauh beda antara satu pemeriksaan (*assay*) dengan pemeriksaan yang lain sebab kisaran simpangan bakunya antara 0–0,5.

**Tabel 1.** Mutu pengendali (Kualitas pengontrol) analisis kadar hormon terhadap air minum kabupaten Mamuju

Hormon	Kepekatan (konsentrasi)	Penyerapan (Absorban) (rerata / mean $\pm$ SB/SD)	N
Estrógen (pg/ml)	0	2,48 $\pm$ 0,04	6
	10	2,4 $\pm$ 0,0	6
	30	2,28 $\pm$ 0,04	6
	100	1,53 $\pm$ 0,10	6
	300	0,78 $\pm$ 0,12	6
	1000	0,37 $\pm$ 0,05	6
Progesteron (ng/ml)	0	1,73 $\pm$ 0,22	6
	0,5	1,49 $\pm$ 0,32	6
	30	1,08 $\pm$ 0,41	6
	10	0,6 $\pm$ 0,17	6
	25	0,41 $\pm$ 0,12	6
	50	0,27 $\pm$ 0,08	6
Testosteron	0	1,74 $\pm$ 0,05	5
	0,1	1,62 $\pm$ 0,04	5
	0,5	1,08 $\pm$ 0,04	5
	2	0,8 $\pm$ 0,0	5
	6	0,46 $\pm$ 0,05	5
	18	0,24 $\pm$ 0,05	5

Sedangkan kurva standar pada kertas semi-log yang tercantum dalam setiap assay gunanya untuk meng-interpolasikan absorbans masing-masing sampel oleh *ELISA reader* sehingga mendapatkan konsentrasinya dalam pg/mL untuk estrogen ng/mL masing-masing untuk progesteron dan testosteron.

Kualitas air muara sungai untuk bahan baku air PDAM menunjukkan bahwa hanya terjadi 7% (1/14) cemaran hormon estrogen walaupun dengan konsentrasi yang sangat rendah yaitu 5 pg/mL pada hari Jumat 28 Agustus pagi. Sedangkan cemaran terhadap hormon progesteron kejadiannya sangat frekuensi hingga 100%, yang berarti cemaran hormon ini terjadi setiap hari baik pagi dan sore hari. Ini berarti ada buangan limbah organik yang berasal dari excreta biologis berupa tinja dan air kemih baik dari hewan maupun manusia bahkan bisa dari ikan.<sup>25</sup> Biasanya hormon estrogen sebagai cemaran lebih sering dijumpai dari pada progesteron. Tetapi memang kedua jenis hormon ini termasuk hormon seks wanita/betina yang pada fase-fase tertentu yaitu satu hormon lebih tinggi dari fase yang lain. Kalau ini berasal dari excreta biologis berarti banyak individu baik hewan ataupun manusia secara bersama-sama pada fase sekretori/luteal membuang excreta biologisnya ke muara sungai yang menjadi bahan baku air minum Kabupaten Mamuju, walaupun konsentrasi hormonnya termasuk kriteria rendah yaitu antara 0,5–1,5 ng/mL. Untuk hormon seks laki-laki yaitu testosteron tidak menunjukkan adanya

cemaran dari 14 kali pengambilan bahan (sampling) yang dilakukan.

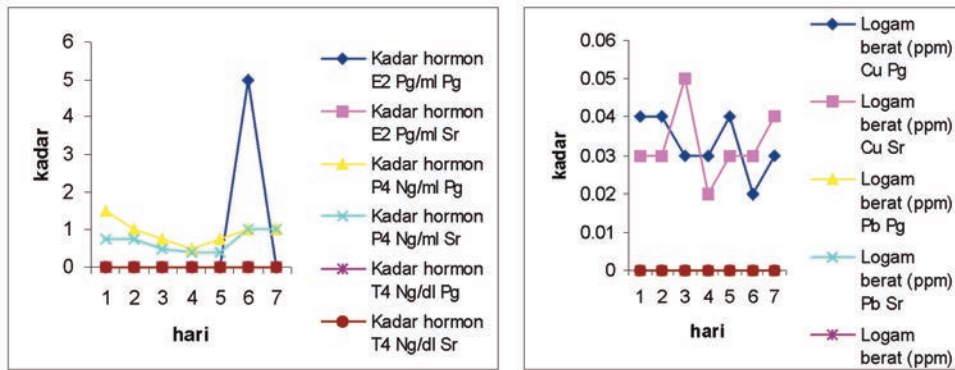
Cemaran dengan logam berat tembaga atau cuprum (*Cu*) menunjukkan 12 kali dari 14 kali pengambilan contoh (sampling) (86%) menunjukkan kadar yang melebihi kadar yang tidak dapat ditolerir yaitu 0,03–0,05 ppm. Sedangkan logam berat Cadmium (*Cd*) dan timah hitam atau timbel (*Pb*) masing-masing tidak ditemukan sebagai cemaran pada bahan baku air minum ini. Kelompok 2 air PDAM di luar (*out let*) rumah tangga Kelurahan Binanga dari 5 *out let* PDAM cemaran logam berat tembaga hampir sering terjadi yaitu prevalensinya hingga 27,1% (19/70) yang tidak dapat ditolerir karena kadarnya melebihi 0,02 ppm, yaitu berkisar antara 0,03–0,08 ppm terutama ditemukan waktu pagi hari. Sedangkan logam berat yang lain seperti *Cd* dan *Pb* tidak ditemukan pada ke-5 *out let* PDAM ini.

Hormon estrogen mencemari di ke-5 di luar PDAM Kel. Binanga ini terjadi sebanyak 7% (5/70) dua kali dengan konsentrasi sangat tinggi yaitu 125 pg/mL dan 500 pg/mL yang terjadi pada hari senin sore tgl. 24 agustus 2009 baik untuk PDAM ke-4 dan ke-5. Sedangkan untuk cemaran hormon progesteron terjadi hingga 50% (35/70) yang terjadi banyak pada pagi hari yaitu 44,3% (31/70) dan sisanya pada sore hari dengan kisaran konsentrasi 0,5–3,25 ng/mL. Konsentrasi > 1 ng/mL ini sama dengan wanita yang mengalami ovulasi hari ke-4–ke-5, ini berarti konsentrasinya cukup tinggi kalau setiap hari minum air seperti keadaan ini.<sup>15</sup> Tetapi untuk hormon seks pria testosteron tidak ada cemaran terjadi.

Kualitas air minum dari ke-5 *out let* PDAM rumah tangga di Kel. Rimuku menunjukkan bahwa terjadi cemaran hormon estrogen dengan prevalensi sebanyak 20% (14/70) dengan konsentrasi 5–225 pg/mL. Konsentrasi 69, 92 dan 225 pg/mL ini cukup tinggi hampir sama dengan konsentrasi estrogen di dalam serum darah wanita masa subur dan hamil 2–3 bulan. Kalau ini berlanjut dan terjadi setiap hari bukan tidak mungkin mitogenik efek dari estrogen akan muncul dan bila ada sedikit saja cemaran *Cd* dengan efek mutageniknya sel kanker bisa dengan mudah terstimulasi tumbuh terutama pada kanker mammae dan mulut rahim.<sup>20</sup> Sedangkan untuk progesteron sebanyak 20% (7/70) air PDAM ini tercemar dengan konsentrasi rendah 0,25 ng/mL dan meninggi menjadi 2,0 ng/mL. Hormon ini tidak begitu bahaya seperti estrogen, tetapi bila dikonsumsi terus juga niscaya mengakibatkan gangguan fungsi seks pada pria.

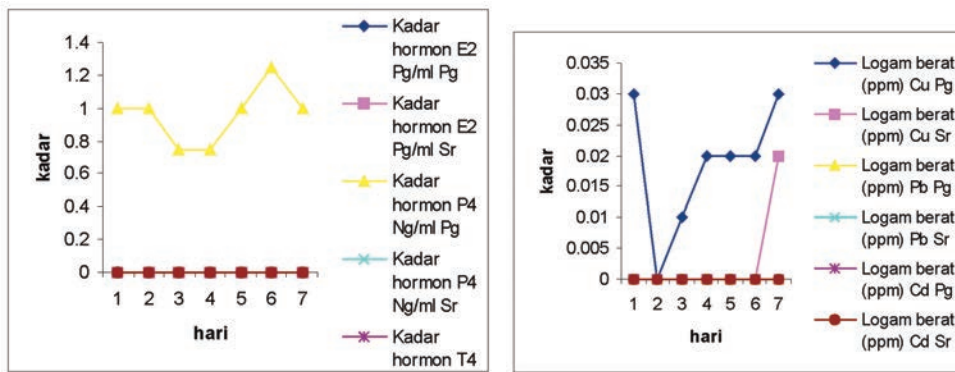
Cemaran logam berat tembaga terjadi sebanyak 17% (12/70) yang tidak dapat ditolerir karena mempunyai konsentrasi melebihi 0,02 ppm dan paling tinggi 0,05 ppm, atau dengan kata lain melampaui PP No.1 Kementerian Kesehatan th. 1975 dan PP No. 82 Kementerian Lingkungan Hidup th. 2001.

**Kadar hormon (estrogen, progesteron, testoteron) dan logam berat dari air baku dan di luar rumah tangga**



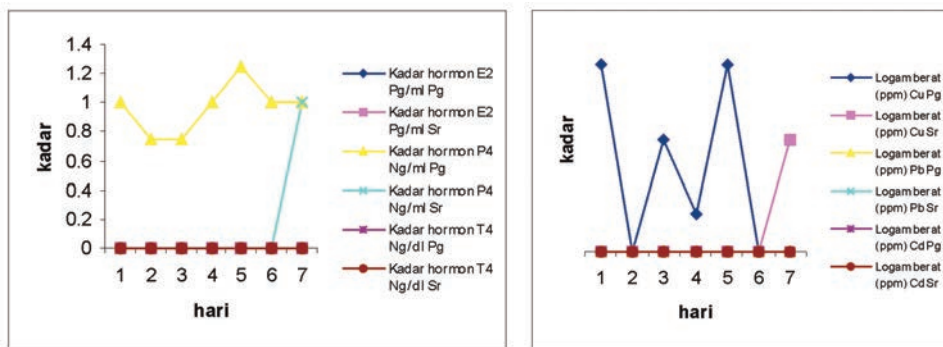
a b

**Gambar 1.** a. Kadar Hormon steroid Kelompok I pintu utama PDAM (23–29/8-2009)  
b. Cemaran Logam berat (ppm) Kelompok I pintu utama PDAM (23–29/8-2009)



a b

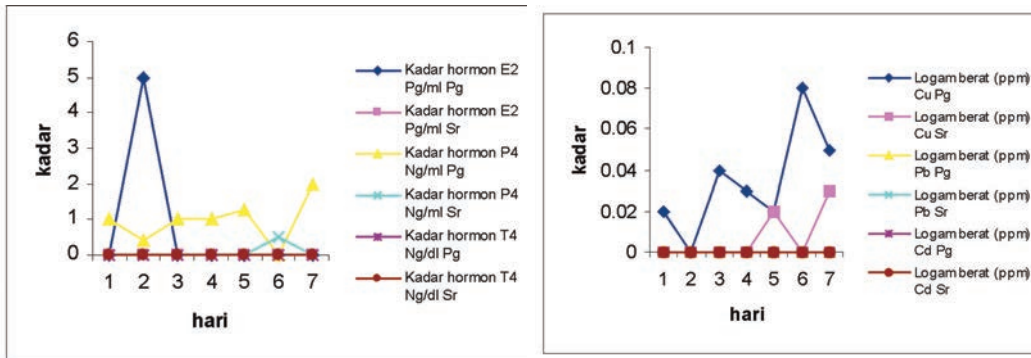
**Gambar 2.** a. Kadar Hormon steroid Kelompok I RT A Kel. Binanga (23–29/8-2009)  
b. Cemaran Logam berat (ppm) RT A kel Binanga (23–29/8-2009)



a b

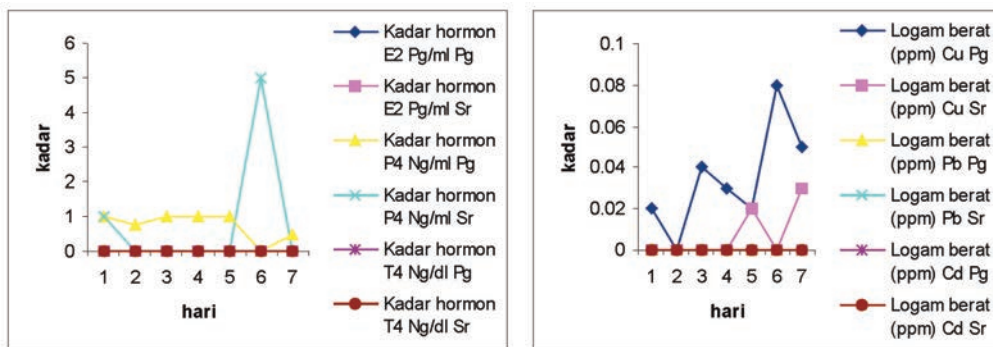
**Gambar 3.** a. Kadar Hormon steroid Kelompok I RT B Kel. Binanga (23–29/8-2009)  
b. Cemaran Logam berat (ppm) RT B kel Binanga (23–29/8-2009)





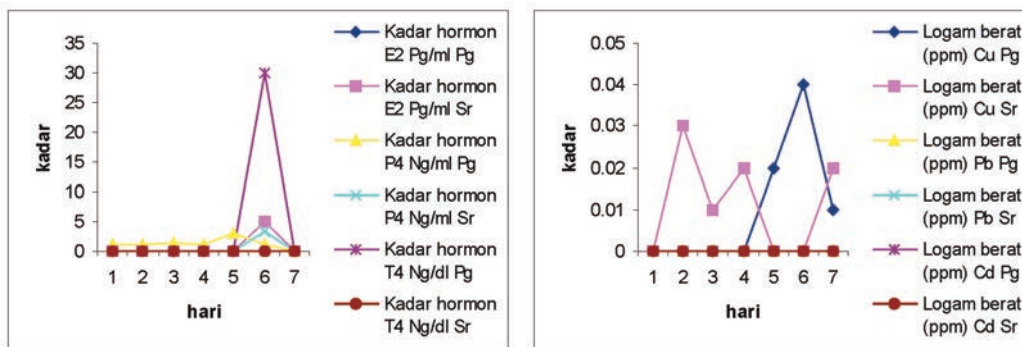
a b

**Gambar 4.** a. Kadar Hormon steroid Kelompok I RT C Kel.Binanga (23–29/8-2009)  
b. Cemaran Logam berat (ppm) RT C kel Binanga (23–29/8-2009)



a b

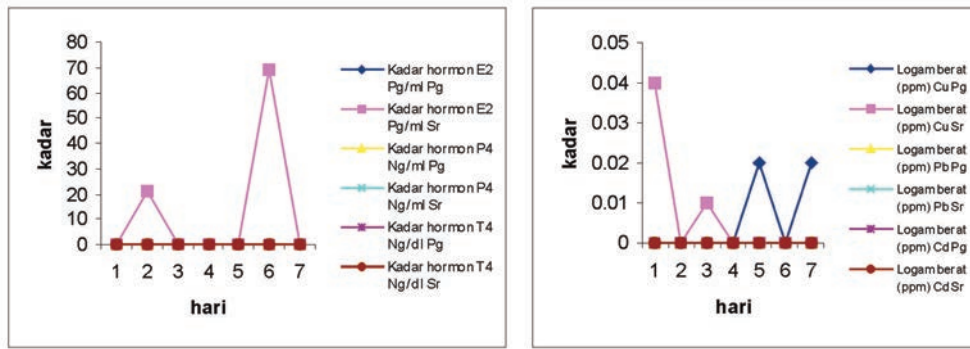
**Gambar 5.** a. Kadar Hormon steroid Kelompok I RT D Kel.Binanga (23–29/8-2009)  
b. Cemaran Logam berat (ppm) RT D kel Binanga (23–29/8-2009)



a b

**Gambar 6.** a. Kadar Hormon steroid Kelompok I RT E Kel.Binanga (23–29/8-2009)  
b. Cemaran Logam berat (ppm) RT E kel Binanga (23–29/8-2009)

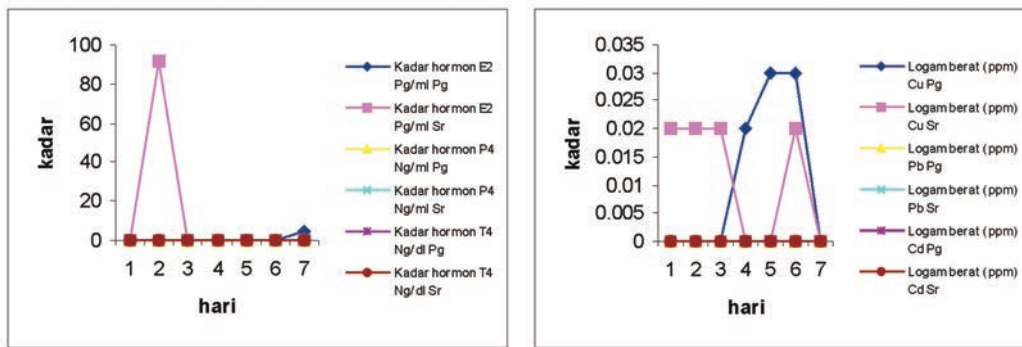
**Kadar hormon (estrogen, progesteron, testoteron) serta logam berat dari air baku dan di luar rumah tangga kelurahan Rimuku**



a b

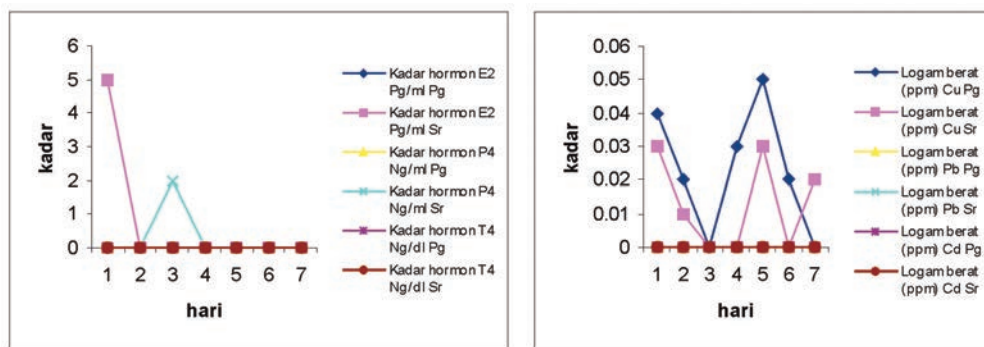
**Gambar 7.** a. Kadar hormon Kelompok II Rumah tangga A kel Rimuku (23–29/8-2009)  
b. Kadar logam berat Kelompok II Rumah tangga A kel Rimuku (23–29/8-2009)

**Kadar hormon (estrogen, progesteron, testoteron) serta logam berat dari air baku dan di luar rumah tangga**



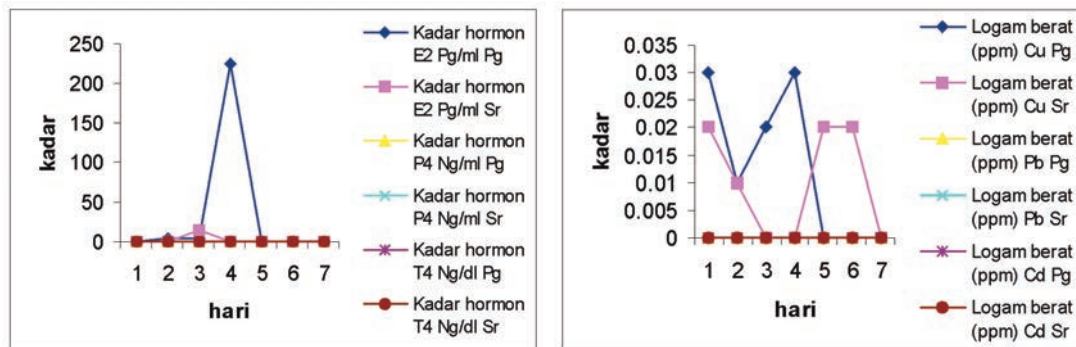
a b

**Gambar 8.** a. Kadar hormon Kelompok II Rumah tangga B kel Rimuku (23–29/8-2009)  
b. Kadar logam berat Kelompok II Rumah tangga B kel Rimuku (23–29/8-2009)



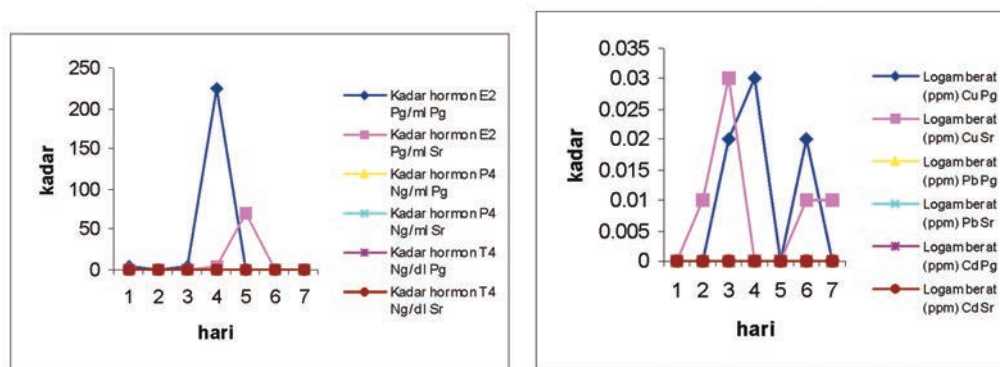
a b

**Gambar 9.** a. Kadar hormon Kelompok II Rumah tangga C kel Rimuku (23–29/8-2009)  
b. Kadar logam berat Kelompok II Rumah tangga C kel Rimuku (23–29/8-2009)



a b

**Gambar 10.** a. Kadar hormon Kelompok II Rumah tangga D kel Rimuku (23–29/8-2009)  
b. Kadar logam berat Kelompok II Rumah tangga D kel Rimuku (23–29/8-2009)



a b

**Gambar 11.** a. Kadar hormon Kelompok II Rumah tangga E kel Rimuku (23–29/8-2009)  
b. Kadar logam berat Kelompok II Rumah tangga E kel Rimuku (23–29/8-2009)

Keterangan:

P<sub>4</sub> = progesteron(ng/ml)  
E<sub>2</sub> = Estrogen (pg/ml)  
T<sub>3</sub> = Tesyoteron (ng/dl)  
Cu = tembaga (ppm)  
Pb = Timah hitam (ppm)

Pg = pagi Cd =Cadmium (ppm)  
Sr = sore 0 = kadar Nol  
AB = air baku  
PDAM+perusahaan Daerah Air Minum  
Nd = Tidak terdeteksi

Di 5 tempat air depo isi ulang dengan masing-masing 3 kali sampling ulangan tidak ditemukan adanya cemaran terhadap logam berat cadmium (Cd) ataupun timbel (Pb), juga terhadap hormon seks wanita dan hormon seks laki-laki juga nihil. Cemaran terhadap logam berat tembaga melebihi 0,02 ppm terjadi dengan prevalensi 47%. Berarti hampir satu kali dari dua kali minum sehari dari sumber yang berbeda air depo isi ulang kita sudah menelan Cu melebihi batas toleransi.

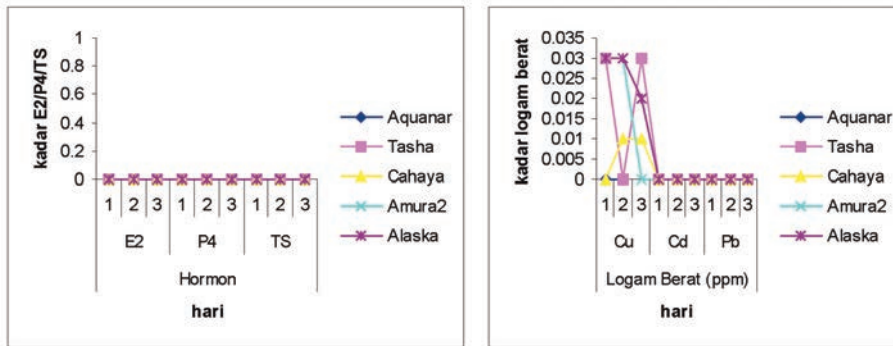
Demikian pula terjadi pada 5 merek air kemasan yang diambil sebagai sampel, tidak satupun ditemukan adanya cemaran baik hormon seks wanita (estrogen dan progesteron) atau hormon seks laki-laki (testosteron). Berarti dalam proses menjadikan air depo dan air kemasan produk akhirnya telah melewati suatu proses yang dapat memutuskan atau merusak sama sekali rantai hormon steroid atau

kemungkinan lain bahan baku yang dipakai memang terbebas dari kedua jenis hormon seks ini. Seperti apa yang terjadi pada air depo isi ulang logam berat Cd dan Pb tidak ditemukan pencemaran ke-5 merek air kemasan. Tetapi terjadi prevalensi cemaran logam berat tembaga yang melebihi 0,02 ppm sebanyak 53% (8/15) dengan kadar 0,03–0,05 ppm.

Kualitas ke-5 air sumur masyarakat yang dipakai secara aktif sebagai sumber air minum menunjukkan tidak terjadi kontaminasi hormon seks laki-laki, logam berat Cd dan Pb. Tetapi prevalensi cemaran terhadap hormon seks wanita masing-masing untuk estrogen sebanyak 47% (7/15) dengan kisaran konsentrasi 5–36 pg/mL dan progesteron hanya sebanyak 13% (2/15) dengan kisaran rendah yaitu 0,25–0,8 ng/mL. Terutama untuk pencemaran atau cemaran estrogen terjadi akibat cemaran urine atau feses ke dalam sumur tersebut atau ada *servety tank*

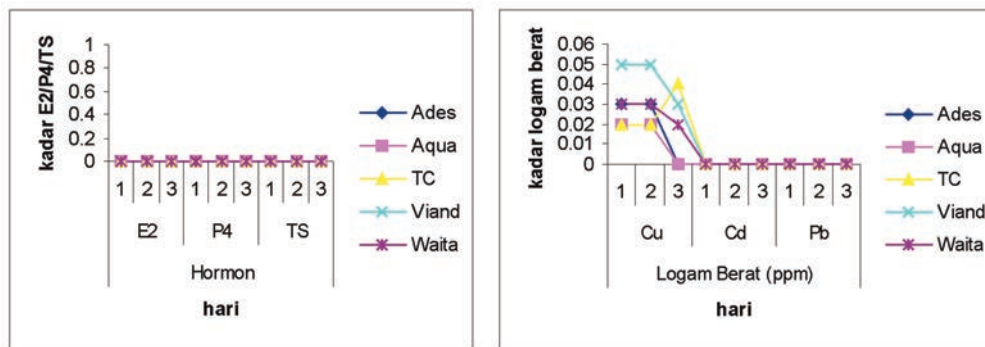
di sekitar sumur tersebut kurang dari 10 meter. Sedangkan cemaran logam berat Cu terjadi sangat frekuensi yaitu hingga 87% (13/15). Tetapi jauh lebih rendah dengan hanya 20% saja Cu dengan kadar 0,03 ppm air sumur di Kabupaten Luwu (Mahaputra dkk., 2009). Berarti air tanah di Mamuju mempunyai kandungan tembaga yang lebih tinggi dari daerah lain seperti Samarinda dan Kabupaten Tabanan

Bali. Bila air ini dipakai sebagai sumber air minum dapat mengganggu kesehatan. Tetapi bahan baku air minum Kabupaten Tabanan dan Samarinda masing-masing yang menonjol adalah cemaran Pb untuk Samarinda (Mahaputra dkk., 2005) dan Cd untuk Tabanan (Mahaputra dkk., 2006) yang tidak ada di Kabupaten Mamuju.



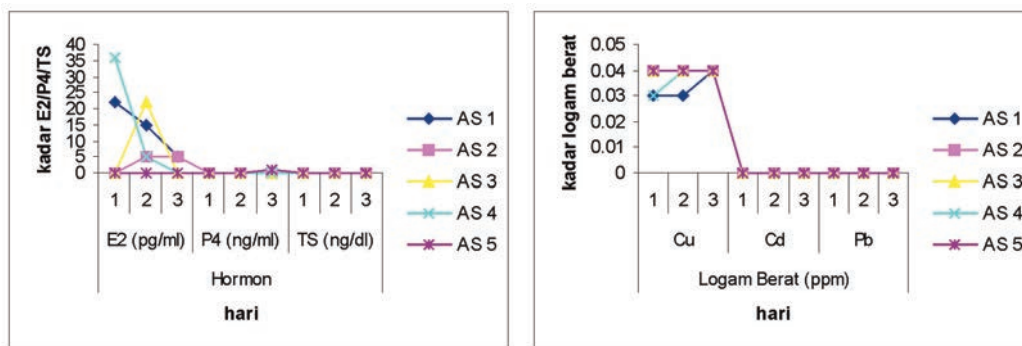
a b

**Gambar 12.** Depo Air Isi Ulang di Kabupaten Mamuju:  
a. Kadar Hormon Estrogen, Progesteron, Testosteron  
b. Logam Berat (Cu, Cd, Pb)



a b

**Gambar 13.** Air Kemasan di Kabupaten Mamuju:  
a. Kadar Hormon Estrogen, Progesteron, Testosteron  
b. Logam Berat (Cu, Cd, Pb)



a b

**Gambar 14.** Air Sumur di Kabupaten Mamuju:  
a. Kadar Hormon Estrogen, Progesteron, Testosteron  
b. Logam Berat (Cu, Cd, Pb)

## SIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis kadar hormon dan logam berat yang dilakukan terhadap air baku, air isi ulang, air PDAM, air kemasan dan air sumur disimpulkan bahwa: Hampir seluruh air baku, air isi ulang, air PDAM dan air kemasan tidak tercemar oleh logam berat Cd dan Pb. Semua air baku, air isi ulang, air PDAM dan air kemasan serta air sumur tidak tercemar oleh hormon seks laki-laki (testosteron).

Bahan baku dan semua bentuk sediaan air minum kabupaten Mamuju tercemar oleh logam Cu melebihi 0,02 ppm. Cemar Cu tersebut sebanyak 86% untuk air baku, 23% (32/140) air PDAM, air depo isi ulang 47%, air kemasan 53% dan air sumur 87%.

Hormon seks wanita yang paling sering mencemari bahan baku air minum, air PDAM dan air sumur adalah estrogen dan yang kedua progesteron.

Pengolahan air minum perlu melibatkan penggunaan arang (*Charcoal*) atau tanaman *bioindicator/bioabsorbance* agar logam berat dan hormon dapat terserap.

Tanaman atau arang tersebut agar di ganti (*roling*) setiap waktu tertentu sehingga beban (*load*) pori-pori atau akar tetap dapat berfungsi menyerap bahan yang berbahaya tersebut. Air sumur di masyarakat jangan langsung dipakai sebagai air minum, karena kandungan tembagaanya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Seung-Jae Won, Apolonia Novillo, Noemi Custodia, Melanie T. Rie, Kelly Fitzgerald, Makoto Osada and Ian P. Callard, The Freshwater Mussel (*Elliptio complanata*) as a Sentinel Species: Vitellogenin and Steroid Receptors Integrative and Comparative Biology, 2005; 45(1): 72–80.
2. Solomon, G. testimony: Endocrine disrupting chemicals in drinking water: Risks to human Health and the environment, 2010; February 25 (access 6/25/10).
3. Rahayu, E.S Pengaruh Stimulasi Ikan Nila Jantan Terhadap Pertumbuhan Ovarium melalui indra sensori. Disertasi PPs UNAIR, 2000.
4. Jennifer E. Fox, Non-Traditional Targets of Endocrine Disrupting Chemicals: The Roots of Hormone Signaling *INTEGR. Comp. Biol.*, 2005; 45: 179–188.
5. U.S. Environmental Protection Agency Office of Water Office of Science and Technology Engineering and Analysis Division (4303T) 1200 Pennsylvania Avenue, NW Washington, DC 20460 Method 1698: Steroids and Hormones in Water, Soil, Sediment, and Biosolids by HRGC/HRMS December 2007.
6. Kementerian Kesehatan, Peraturan Menteri RI. No.1, Tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas Air Minum, Jakarta 3 Agustus 1977, 1975.
7. Kementerian Lingkungan Hidup, Peraturan Pemerintah No. 82. tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Salinan Sesuai Aslinya, Deputi Sekretariat Kabinet Bidang Hukum dan Perundang-undangan, 2001.
8. Mahaputra L, Moh. Amin, Sri Kardjati, Sunarjo, L. Dyson, Analisis Bahan Baku Air Minum Kotamadya Surabaya dan Produk Olahannya Serta Eliminasi terhadap Pencemaran Hormon Steroid dan Logam Berat, 2003.
9. Mahaputra L, Moh. Amin, Sri Kardjati, Sunarjo, L. Dyson, Ruslan Effendie, Analisis Bahan Baku Air Minum Kotamadya Batu dan Produk Olahannya Serta Eliminasi terhadap Pencemaran Hormon Steroid dan Logam Berat, 2004.
10. Mahaputra L, Moh. Amin, Sri Kardjati, Effendie, Ruslan Effendi, Sunarjo, Analisis Bahan Baku Air Minum Kotamadya Samarinda dan Produk Olahannya Serta Eliminasi terhadap Pencemaran Hormon Steroid Dan Logam Berat, 2006.
11. Mahaputra, L. Srikardjati, S.I. Zadjuli, M. Ansori I. Mustofa dan S. Koesdarto Analisis Bahan Baku Air Minum dan Produk Olahannya serta Eliminasi terhadap Hormon steroid dan logam berat Kabupaten Luwu. Laporan Penelitian LPPM Unair Surabaya, 2009.
12. Mahaputra L, Moh. Amin, Sri Kardjati, Sunarjo, L. Dyson, Analisis Bahan Baku Air Minum Kotamadya Surabaya dan Produk Olahannya Serta Eliminasi terhadap Pencemaran Hormon Steroid dan Logam Berat, 2003.
13. Mahaputra L, Moh. Amin, Sri Kardjati, Sunarjo, L. Dyson, Ruslan Effendie, Analisis Bahan Baku Air Minum Kotamadya Batu dan Produk Olahannya Serta Eliminasi terhadap Pencemaran Hormon Steroid dan Logam Berat, 2004.
14. Mahaputra L, Moh. Amin, Sri Kardjati, Effendie, Ruslan Effendi, Sunarjo, Analisis Bahan Baku Air Minum Kotamadya Samarinda dan Produk Olahannya Serta Eliminasi terhadap Pencemaran Hormon Steroid Dan Logam Berat, 2006.
15. Mahaputra L. Srikardjati, S.I. Zadjuli, M. Ansori Mustofa dan S. Koesdarto Analisis Bahan Baku Air Minum dan Produk Olahannya Serta Eliminasi terhadap Hormon Steroid dan logam berat Kabupaten Luwu. Laporan Penelitian LPPM Unair Surabaya, 2009.
16. Ganong, W.F. Medical Physiology. 17<sup>th</sup> ed., Appleton & Lange Inc., 1995.
17. Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V.W., Biochemistry. 24<sup>th</sup> Ed., Appleton & Lange, 1996.
18. Krupp, M.A. and Chatton, M.J. Current Medical Diagnosis & Treatment. Lange Medical Publications, California 1979. Biro Pusat Statistik Kab. Mamuju. 2008.
19. Bolder, F.F. Molecular Endocrinology, N.Y., Academic Press Inc., 1999.
20. Mahaputra L., Hardjopranjoto, S., Hariadi, M.. Radioimmunoassay to monitoring of Reproductive Efficiency in Small Holders Dairy Herd in Indonesia. FAO/IAEA Vienna, Austria Series Book 312, 1990.
21. Darnell, J. Lodish, H., Baltimore, D., Molecular Cell Biology, N.Y, W.H. Freeman & Company, 1990.
22. International Atomic Energy Agency, Laboratory Manual on Radioimmunoassay and Related technique, Book series 233, IAEA/FAO Vienna-Austria, 1984.
23. Mahaputra L, Konsentrasi Hormon Estrogen dan Progesteron di Dalam Feses dan Urine Kuda Bunting Jur. Pascasarjana, PPs Unair, 1997; 6: 17–21.
24. Mahaputra, Reseptor Estrogen Pada Mencit Menopause dan Masih Bersiklus Reproduksi. J. Biosains, PPs Unair, 2002; 4: 65–68.