

## **LAMA PAPARAN ARSENIK TERHADAP TUMBUH KEMBANG ANAK BALITA DI KAWASAN GEOTHERMAL IE SEU'EUM KECAMATAN MESJID RAYA KABUPATEN ACEH BESAR**

**Laura Fitra, Gustiana, Salmiani, Nurdahlia, Irnawati**  
Program Studi Kebidanan, Poltekkes Kemenkes Aceh  
E-mail: irnawati@poltekkesaceh.ac.id

### **Abstract**

Ie Seu'um is one of the manifestations of hot springs in the Seulawah Agam volcanic system which is located in Mesjid Raya District, Aceh Besar Regency. This area is a residential, agricultural, livestock and ecotourism area. Analysis of arsenic levels in water and sediment samples in this area was found to be 16 times higher than the quality standard. Water sources used daily by residents are contaminated with arsenic above quality standards. Arsenic is a very toxic metalloid. Exposure to arsenic in the body can have toxic effects on cells and tissues and cause growth and development disorders in children under five. The incidence of stunting among children in Mesjid Raya District, Aceh Besar Regency exceeds the national average, reaching 25.9%. This research aims to determine the duration of exposure to arsenic on the growth and development of children under five who live in the Ie Seu'um geothermal area. This research is a quantitative research with a cross sectional research design. The respondents in this study were all 156 children aged 0 - 60 months under five in Ie Seu'eum Village and Meunasah Mon Village, Mesjid Raya District, Aceh Besar Regency. Sampling uses purposive sampling technique. Growth was measured by measuring body weight, height and coconut circumference. Development measurement is carried out using the SDITK form. Ethical Clearance was obtained from the Health Research Ethics Committee (KEPK) of the Aceh Ministry of Health Polytechnic. The results of the study showed that there was an effect of the length of exposure to arsenic on the growth of toddlers,  $p=0.046$ . The length of exposure also had an effect on the development of children under five. The length of exposure to arsenic had an effect on the development of toddlers ( $p=0.039$ ). The longer a toddler is exposed to water contaminated with arsenic, the greater the chance that the toddler will experience growth and development disorders.

**Keywords:** Geothermal Arsenic, Stunting, Metalloid Exposure

### **Abstrak**

Ie Seu'um merupakan salah satu manifestasi mata air panas pada sistem gunung api Seulawah Agam yang terletak di Kecamatan Mesjid Raya, Kabupaten Aceh Besar. Kawasan ini dimanfaatkan sebagai area pemukiman, pertanian, peternakan, dan ekowisata. Analisis kadar arsenik pada sampel air, sedimen, dan rambut WUS di daerah manifestasi geothermal Ie Seu'um ditemukan kadar arsenik 16 kali lebih tinggi dari baku mutu. Sumber air yang digunakan sehari-hari oleh penduduk tercemar arsenik di atas baku mutu. Arsenik merupakan metaloid yang sangat beracun. Paparan arsenik pada tubuh dapat menimbulkan efek toksik pada sel dan jaringan dan menyebabkan gangguan pertumbuhan dan perkembangan pada anak balita. Kejadian stunting pada anak di Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar melebihi rata-rata Nasional, yaitu mencapai 25,9%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lamanya paparan arsenik terhadap pertumbuhan dan perkembangan anak balita yang bermukim di Kawasan geothermal Ie Seu'um. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain penelitian cross sectional. Responden dalam penelitian ini adalah semua anak balita berumur 0-60 bulan berjumlah 156 anak yang berada di Desa Ie Seu'eum dan Desa Meunasah Mon, Kecamatan

Mesjid Raya, Kabupaten Aceh Besar. Pengambilan Sampel menggunakan teknik purposive sampling. Pengukuran pertumbuhan melalui pengukuran berat badan, tinggi badan dan lingkar kepala. Pengukuran perkembangan dilakukan menggunakan formulir SDITK. *Ethical Clearance* diperoleh dari Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Poltekkes Kemenkes Aceh. Hasil penelitian menunjukkan Terdapat pengaruh lama paparan arsenik terhadap pertumbuhan balita  $p=0,046$ , Lama paparan juga berpengaruh terhadap perkembangan anak balita Lama paparan arsenik berpengaruh terhadap perkembangan balita ( $p=0,039$ ). Semakin lama balita terpapar dengan air yang tercemar arsenik, semakin besar kemungkinagn mengalami gangguan pertumbuhan dan perkembangan.

**Kata Kunci:** Arsenik Geothermal, Stunting, Paparan Metaloid

## PENDAHULUAN

Indonesia sendiri memiliki lebih dari 70 gunung berapi aktif. Akibat dari aktivitas gunung api yang masih aktif, menyebabkan adanya area geotermal. Geotermal adalah suatu energi panas yang terdapat pada kerak bumi. Gejala ini dapat ditandai dengan adanya fumarol, tanah beruap, dan mata air dengan suhu yang relatif lebih tinggi dibandingkan suhu sekitarnya [1]. Air yang keluar dari kerak bumi umumnya banyak mengandung mineral-mineral. selain mineral, logam berat juga ikut terlarut dalam air tanah seperti timbal, kadmium, merkuri, aluminium dan arsenic [2].

Salah satu sistem geothermal yang terdapat di Aceh adalah Ie Seu'um yang terletak di Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. Ie Seu'um termasuk dalam zona outflow Gunung Seulawah Agam. Konsentrasi arsenik pada sumber amata air panas Ie Seu'um mencapai 166,73  $\mu\text{g/L}$  atau 16 kali lebih tinggi dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan. Sumber air yang digunakan sehari-hari oleh penduduk tercemar arsenik di atas baku mutu. Sampel sedimen sungai terkontaminasi arsenik antara 2,56-6,86 mg/kg (51-137 kali lebih tinggi dari baku mutu). Kadar arsenik pada sampel rambut WUS, 9 dari 10 responden positif arsenik (54,59-164,57 mg/kg [3]. Sementara itu, Masyarakat memanfaatkan air sungai untuk bercocok tanam, konsumsi dan kegiatan mandi, cuci, kakus (MCK).

Paparan arsenik pada tubuh dapat dapat mengganggu proses metabolisme

dalam sel-sel dan mengganggu produksi energi dalam bentuk ATP (adenosin trifosfat). Gangguan tersebut menyebabkan kerusakan langsung pada DNA dan menimbulkan mutasi genetik dan kerusakan gen. dampaknya akan mempengaruhi berbagai fungsi normal sel, termasuk sintesis protein, regulasi siklus sel, dan sinyal seluler. Paparan arsenik juga akan menimbulkan stres oksidatif dalam sel-sel tubuh dengan meningkatkan produksi radikal bebas, seperti spesies oksigen reaktif (ROS) [4]. Proses ini menyebabkan terganggunya fungsi mitokondria dan memicu respons inflamasi. Mekanisme menjadi penyebab timbulnya berbagai dampak negatif. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa gangguan pertumbuhan dan perkembangan, kerusakan organ, dan peningkatan risiko penyakit kronis seperti kanker [5].

Bayi dan anak balita merupakan kelompok yang paling rentan terhadap paparan arsenik. Dampak paparan arsenik pada anak dapat mengakibatkan gangguan fungsi organ tubuh, karsinogenik, gangguan proses tumbuh kembang sampai dengan penurunan tingkat kecerdasan. Data Monitoring Pelaksanaan & Aksi Konvergensi Intervensi Penurunan Stunting Terintegrasi Ditjen Bina Pembangunan Daerah-Kementerian Dalam Negeri tahun 2022 menunjukkan kejadian stunting pada anak di Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar melebihi rata-rata Nasional, yaitu mencapai 25,9% dari total anak balita yang ada di wilayah tersebut.

Permasalahan tersebut menyebabkan pentingnya untuk mengetahui pengaruh lamanya paparan arsenik terhadap pertumbuhan dan perkembangan anak Balita yang bermukim di kawasan geothermal Ie Seu'um Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh Indonesia.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain penelitian cross sectional untuk mengetahui lamanya paparan arsenik terhadap pertumbuhan dan perkembangan anak balita yang bermukim di kawasan geothermal Ie Seu'um Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar. Proses pengumpulan data dilakukan pada Bulan Mei sampai dengan Juli tahun 2023. Populasi dalam penelitian ini adalah semua anak balita berumur 0 - 60 bulan berjumlah 156 anak yang berada di Desa Ie Seu'um dan Desa Meunasah Mon, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar. Desa Ie Seu'um dan Desa Meunasah Mon merupakan kawasan aliran sungai geothermal. Pengambilan Sampel menggunakan teknik purposive sampling, dengan kriteria inklusi: 1). anak yang lahir dan dibesarkan serta bermukim di kawasan Ie Seu'um; 2). orang tua bersedia anaknya menjadi responden penelitian dengan menandatangani informed consent; 3). tidak mengalami penyakit kongenital dan penyakit kronis; 4). tidak menggunakan pewarna /pelurus rambut.

Pengukuran pertumbuhan dilakukan dengan mengukur berat badan (BB), tinggi badan (TB) dan lingkar kepala. Pengukuran perkembangan dilakukan menggunakan formulir SDITK. Alat ukur yang digunakan adalah: timbangan berat badan digital merk omron yang telah dikalibrasi, pengukuran TB menggunakan Stadiometer Saga Au Al 01, pengukuran lingkar kepala menggunakan micro Waist Ruler Onemed OD 235. Pengukuran pertumbuhan menggunakan formulir SDITK yang dibantu oleh petugas Puskesmas Kecamatan Masjid Raya kabupaten Aceh Besar. Izin etik penelitian diperoleh dari Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Poltekkes Kemenkes Aceh tahun 2023.

#### HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan hasil sebagai berikut: dikawasan geothermal Ie Seu'um, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

##### Analisa Univariat

##### Karakteristik Responden berdasarkan Jenis Kelamin, Pertumbuhan, Perkembangan dan Lama Paparan Arsenik.

**Tabel 1. Distribusi Responden berdasarkan Jenis Kelamin**

Jenis Kelamin	f	%
Lak-laki	81	51,9
Perempuan	74	48,1
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

Mayoritas responden berjenis kelamin laki-laki yaitu 81 balita (51,9%)

**Tabel 2. Distribusi Responden berdasarkan Status Pertumbuhan**

Kategori	f	%
Stunting	22	14,1
Normal	134	85,9
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

Responden yang mengalami stunting sebanyak 14,1%.

**Tabel 3. Distribusi Responden berdasarkan Status Pertumbuhan**

Kategori	f	%
Cukup	10	6,4
Normal	146	93,6
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

93,6% responden berada pada kategori pertumbuhan normal

**Tabel 4. Karakteristik Responden berdasarkan Lama Paparan Arsenik**

Lama Paparan	f	%
0-24 bulan	64	41,0
25-60 bulan	92	59,0
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>100</b>

59% responden terpapar arsenik 25-60 bulan

**Analisa Bivariat  
 Hubungan Lama Paparan Arsenik  
 terhadap Pertumbuhan dan  
 Perkembangan**

**Tabel 5. Pengaruh Lama Paparan Arsenik terhadap Pertumbuhan**

Lama Paparan	Pertumbuhan		f	%	P value
	Stunting	Normal			
0-24 bulan	7	57	64	41	0,046
25-60 bulan	15	77	92	59	

Terdapat pengaruh lama paparan arsenik terhadap pertumbuhan balita  $p=0,046$

**Tabel 6. Pengaruh Lama Paparan Arsenik Terhadap Perkembangan**

Lama Paparan	Perkembangan		f	%	P value
	Cukup	Normal			
0-24 bulan	1	63	64	41	0,039
25-60 bulan	9	83	92	59	

Lama paparan arsenik berpengaruh terhadap perkembangan balita ( $p=0,039$ )

**PEMBAHASAN**

Hasil analisis data menunjukkan pengaruh lama paparan arsenik terhadap pertumbuhan anaka balita didapatkan hasil  $p = 0,046$  ( $p < 0,05$ ). Lama paparan arsenik juga berpengaruh terhadap perkembangan anak  $p = 0,039$  ( $p < 0,05$ ). Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh lama paparan arsenik terhadap pertumbuhan dan perkembangan pada anak di kawasan geothermal Ie Seu'eum, Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar.

Arsenik merupakan metaloid yang memiliki sifat toksit. Paparan arsenik pada tubuh sering tidak disadari, karena arsenik memiliki sifat yang tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau [6]. Paparan arsenik jangka panjang dapat Vulva mampu menyerap arsenik dengan sempurna. Paparan arsenik melalui vulva dapat menimbulkan efek oksidatif, menurunkan kadar antioksidan pada uterus dan mengakibatkan terbentuknya lipid peroksida. Selain itu juga meningkatkan infiltrasi sel radang dan inflamasi kronis,

serta menyebabkan munculnya sitokin TNF- $\alpha$  [7].

Kerusakan sel tubuh yang diakibatkan oleh paparan arsenik melibatkan serangkaian mekanisme kompleks. Mekanisme toksisitas arsenik diawali dengan Interferensi dengan Enzim dan Protein. Arsenik dapat mengikat enzim dan protein dalam sel, mengubah atau menghambat aktivitasnya [8]. Hal ini mengakibatkan penurunan fungsi seluler secara keseluruhan.

Arsenik dapat menyebabkan induksi stres oksidatif dengan meningkatkan produksi radikal bebas dalam sel. Radikal bebas adalah molekul yang sangat reaktif dan dapat merusak struktur seluler seperti protein, lipid, dan DNA. Stres oksidatif yang berkepanjangan dapat menyebabkan kerusakan seluler dan memicu berbagai kondisi patologis [9].

Hasil penelitian juga menunjukkan terdapat pengaruh lama paparan arsenik terhadap gangguan perkembangan anak balita yang bermukin di kawasan geothermal Ie Seu'eum. Paparan arsenik pada balita yang terjadi pada kurun waktu 25-60 bulan mengakibatkan terjadinya hambatan pada proses perkembangan anak balita.

Sel-sel tubuh anak balita masih rentan terhadap efek toksisitas arsenik dan berbagai zat berbahaya lainnya. Bahkan, pada beberapa kasus, anak-anak mungkin lebih rentan daripada orang dewasa terhadap efek toksisitas zat-zat tersebut. Kerentanan disebabkan oleh metabolisme yang belum matang. Sistem metabolisme anak belum sepenuhnya berkembang. Ini dapat menyebabkan tubuh balita lebih lambat dalam memetabolisme dan mengeluarkan zat-zat berbahaya seperti arsenik, meningkatkan risiko akumulasi dan kerusakan.

Sumber air yang tercemar arsenik dan digunakan untuk aktifitas sehari hari seperti konsumsi dan MCK dapat masuk ke tubuh balita. Masuknya arsenik pada tubuh dapat melalui kulit, rambut, terhirup lewat hidung dan melalui rongga mulut [10]. Arsenik dapat masuk ke dalam tubuh manusia dengan cara tertelan melalui air

minum, tercampur dalam berbagai makanan dan terhirup [11]. Selain itu, juga mengungkapkan bahwa paparan tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui makanan, air, udara, dan berbagai produk yang digunakan. Jalur paparan lain pada tubuh perempuan adalah organ genitalia [12].

Arsenik yang masuk ke tubuh balita mengakibatkan timbulnya kerusakan sel pada DNA. Arsenik dapat langsung merusak DNA dalam sel dengan berbagai cara, termasuk menghasilkan radikal bebas yang merusak struktur DNA atau mengikat langsung pada DNA, mengganggu replikasi dan perbaikan DNA.

Paparan arsenik pada tubuh juga dapat menimbulkan Induksi Apoptosis. Arsenik dapat merangsang jalur apoptosis (kematian sel terprogram) dalam sel-sel tubuh. Apoptosis adalah mekanisme penting yang digunakan tubuh untuk menghilangkan sel-sel yang rusak atau tidak normal. Namun, ketika apoptosis terjadi secara berlebihan atau tidak terkendali, ini dapat berkontribusi pada berbagai kondisi penyakit.

Kordas mengungkapkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan anak balita yang terpapar arsenik dapat disebabkan karena gangguan Sinyal Seluler [13]. Sifat arsenik mampu mengganggu berbagai jalur sinyal seluler dalam sel, termasuk yang terkait dengan pertumbuhan, diferensiasi, dan proliferasi sel. Mekanisme ini mengubah perilaku sel secara keseluruhan dan menyebabkan pertumbuhan sel yang tidak terkendali atau bahkan penghentian pertumbuhan. Melalui kombinasi mekanisme ini, arsenik dapat merusak berbagai jenis sel dalam tubuh dan menyebabkan berbagai kondisi penyakit, gangguan pertumbuhan, kanker, penyakit kardiovaskular, kerusakan organ, gangguan neurologis sampai dengan gangguan perkembangan pada anak [14].

Sel-sel tubuh anak balita masih rentan terhadap efek toksisitas arsenik dan berbagai zat berbahaya lainnya. Anak balita lebih rentan daripada orang dewasa. Kerentanan disebabkan oleh metabolisme yang belum matang dan sistem metabolisme anak belum sepenuhnya berkembang. Faktor

tersebut menyebabkan tubuh balita lebih lambat dalam memetabolisme dan mengeluarkan zat-zat berbahaya seperti arsenik. Anak balita lebih rentan terhadap infeksi dan efek toksisitas zat-zat berbahaya. Paparan arsenik dapat memperburuk kerentanan ini dengan mengganggu fungsi sistem kekebalan tubuh sehingga mengganggu pertumbuhan dan perkembangan anak.

## KESIMPULAN

Lama paparan arsenik geothermal berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan anak balita. Semakin lama waktu paparan, semakin besar kemungkinan terjadinya gangguan pertumbuhan dan perkembangan.

## SARAN

Perlu dilakukan skrining untuk pemantauan kadar arsenik pada tubuh balita kelompok terpapar dan diberikan treatment sebagai upaya pengurangan risiko kesehatan. Perlu dilakukan upaya pencegahan paparan langsung arsenik pada tubuh kelompok berisiko. Perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat terkait bahaya efek paparan arsenik pada anak balita.

## REFERENSI

1. Adri, W., Sabri, L. . & Wahyuddin, Y. (2020). Pembuatan peta jalur evakuasi bencana gunung api dan persebaran lokasi shelter menggunakan metode network analyst (studi kasus : gunung merapi, boyolali-magelang). *J. Geod. UNDIP* **10**, 189–196.
2. Marwan, M., Yanis, M., Idroes, R. & Ismail, N. (2019). 2D Inversion and static shift of mt and tem data for imaging the geothermal resources of seulawah agam volcano, INDONESIA. *Int. J. GEOMATE* **17**, 173–180.
3. Irnawati, I. *et al.* (2021). Assessment of Arsenic Levels in Water , Sediment , and Human. *Water MDPI* **13**(17), 23.
4. Habib, M. *et al.* (2019). Hepatoprotective role of swimming against arsenic induced oxidative stress in mice. *J. King Saud*

- Univ. - Sci.* doi:10.1016/j.jksus.2019.02.011.
5. Signes-Pastor, A. J. et al. (2022). Arsenic exposure and respiratory outcomes during childhood in the INMA study. *PLoS One* 17, 1–14.
  6. Nurchi, V. M. et al. (2020). Arsenic toxicity: Molecular targets and therapeutic agents. *Biomolecules* 10.
  7. Irnawati, I. et al. (2022), The effect and activity of free radical enzymes due to arsenic exposure through the vulva and vagina. *10*, 2279–2285
  8. Garbinski, L. D., Rosen, B. P. & Chen, J. (2019). Pathways of arsenic uptake and efflux. *Environ. Int.* 126, 585–597.
  9. Hughes, M. F., Beck, B. D., Chen, Y., Lewis, A. S. & Thomas, D. J. (2011). Arsenic exposure and toxicology: A historical perspective. *Toxicol. Sci.* 123, 305–332.
  10. Parmar, M. S. (2004). Clinical review. *Can. Fam. Physician • Le Médecin Fam. Can.* 328, 1420–1424.
  11. Flora, S. (2018). *Arsenic: Exposure, Toxicology, Use, and Misuse.* *Encyclopedia of the Anthropocene.* Elsevier Inc. doi:10.1016/b978-0-12-809665-9.09884-0.
  12. Giudice, L., Woodruff, T. & Conry, J. (2017). Reproductive and developmental environmental health. *Obstet. Gynaecol. Reprod. Med.* 27, 99–101..
  13. Kordas, K. et al. (2018). Multiple-metal exposure, diet, and oxidative stress in Uruguayan school children. *Environ. Res.* 166, 507–515.
  14. Wasserman, G. A. et al. (2019). Child intelligence and reductions in water arsenic and manganese: A two-year follow-up study in Bangladesh. *Environ. Health Perspect.* 124, 1114–1120.