

# JIPK

## JURNAL ILMIAH PERIKANAN DAN KELAUTAN

### Research Article

## Garam Indonesia Berkualitas: Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam

### The Quality of Indonesia Salt: Study of Heavy Metal Lead (Pb) Levels in the Salt

Nurus Samsiyah, Anita Dewi Moelyaningrum\*, Prehatin Trirahayu Ningrum

Peminatan Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember (UNEJ), Jember.

#### ARTICLE INFO

Received: January 08, 2019

Accepted: March 19, 2019

\*) Corresponding author:

E-mail: [anitamoelyani@gmail.com](mailto:anitamoelyani@gmail.com)

#### Kata Kunci:

Timbal (Pb), garam, pra produksi, proses produksi, pasca produksi

#### Keywords:

Lead (Pb), Salt, Pre-Production, Production, post-production

#### Abstrak

Kualitas garam sangat ditentukan oleh perlakuan dan penanganan yang diberikan pada saat pra produksi, proses produksi maupun pasca produksi. Kontaminan Pb dalam garam dapat bersumber dari lingkungan perairan laut sebagai bahan baku, tanah sebagai media / tempat produksi garam dan lingkungan udara dimana proses produksi garam berlangsung di lahan terbuka. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar logam berat timbal (Pb) dalam garam di Kabupaten Pamekasan. Jenis penelitian ini adalah jenis deskriptif. Teknik pengumpulan data penelitian melalui observasi dan wawancara. Hasil observasi menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat timbal (Pb) di Kabupaten Pamekasan masih di bawah batas maksimum yang telah ditentukan dalam SNI 3556-2010 dan SNI 7387-2009 yaitu <10 ppm dengan kadar Pb terendah 0,066 ppm dan tertinggi 0,162 ppm. Proses produksi garam kurang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, perlunya penanganan yang baik pada pra produksi, proses produksi hingga pasca produksi pembuatan garam agar kadar Pb tidak meningkat.

#### Abstract

The quality of salt is very determined by the treatment and handling given during the pre-production, production and post-production processes. Pb contamination in salt can be sourced from the marine environment as raw material in the process of making salt, the soil environment as a medium / place of salt production and the air environment where the salt production process takes place in an open area. The aim of research was to analyze levels of lead heavy metals (Pb) of salt in Pamekasan Regency. This research is a descriptive analysis. The techniques of data collecting of this research are observation and interview. Observations indicate that the average level of heavy metal lead (Pb) in Pamekasan regency is still below the maximum limit specified in SNI 3556-2010 and SNI 7387-2009 is <10 ppm which is the lowest grade of 0.066 ppm and grade the highest is 0.162 ppm. The salt production process is not in accordance with established standards. Therefore, the need for good handling in pre-production, production processes to post-production of salt production so that Pb levels do not increase.

Cite this as: Nurus, S, Anita, D. M., & Prehatin, T. N. (2019). Garam Indonesia Berkualitas: Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(1):43-48. <http://doi.org/10.20473/jipk.v11i1.11058>

JIPK (ISSN: 2528-07597), Nationally Accredited Journal of Second Grade (Sinta 2) by Ministry of Research, Technology and Higher Education of The Republic of Indonesia. Decree No: 10/E/KPT/2018

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Posisi Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki potensi kekayaan sumber daya alam yang melimpah, salah satunya adalah mineral garam yang bisa dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan garam. Wilayah terbesar area garam berada di Jawa Timur tepatnya di Madura (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2005). Salah satu sentra garam yang produktif berada di Kabupaten Pamekasan yaitu Kecamatan Tlanakan, Galis, dan Pademawu, Kecamatan Pasean dan Baturmarmar (Effendy *et al.*, 2014). Pamekasan saat ini telah menjadi kawasan industrial dari skala rumah tangga maupun multinasional (Pemerintah Daerah Kabupaten Pamekasan, 2012).

Petani garam di Kabupaten Pamekasan umumnya masih menggunakan cara tradisional dalam proses pembuatan garam, dengan memanfaatkan sinar matahari untuk proses penguapan yang terdiri dari tiga tahapan: pra produksi, proses produksi dan pasca produksi. Penanganan yang kurang baik selama proses pembuatan garam akan menghasilkan garam dengan kualitas rendah. Pada saat pra produksi, tata lahan penggaraman perlu diperhatikan untuk menjamin hasil garam terbebas dari polutan.

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan BPPP Tegal (2017), lokasi lahan tambak harus terhindar dari perairan yang tercemar, kondisi bersih, tidak terdapat sampah, jernih dan tidak terlalu banyak suspensi zat padat. Letak lahan penggaraman juga harus berada cukup jauh dari daerah industri, pelabuhan, pemukiman, pertanian maupun kota-kota besar untuk menghindari pencemaran terhadap bahan baku penggaraman selama proses produksi berlangsung. Menurut Suhelmi *et al.*, (2013), kondisi lingkungan perairan, tanah dan udara sekitar berpengaruh besar terhadap proses pembuatan garam. Umumnya wilayah pesisir laut dijadikan lahan penggaraman karena mudahnya akses pengaliran air kedalam petakan tambak. Wilayah pesisir sangat rentan terhadap potensi pencemaran. Hal ini karena pesisir laut merupakan tempat pembuangan akhir dari semua jenis limbah yang mengandung logam berat seperti Pb.

Timbal masih banyak ditemukan di lingkungan. Senyawa Pb yang masuk ke dalam lingkungan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia, diantaranya adalah air buangan limbah dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam buangan sisa industri baterai, kegiatan pelayaran atau pelabuhan. Air buangan limbah tersebut masuk ke perairan sungai dan dibawa menuju perairan laut (Palar,

2012). Logam Pb dalam air laut pada akhirnya masuk ke dalam petakan tambak dan mengikuti alur produksi garam. Hasil penelitian Widyasari dkk (2014) menyebutkan bahwa kadar logam berat timbal (Pb) pada sampah di tempat pemrosesan akhir sampah (TPAS) cukup tinggi yaitu mencapai 0,174 ppm, melebihi batas maksimum yang diperbolehkan 0,05 mg/l, sejalan dengan hasil penelitian Kristiyaningsih dan Sudarmaji (2008) bahwa kadar Pb dalam garam di sekitar tempat pembuangan akhir sampah telah melebihi persyaratan nilai maksimal. Kadar timbal yang tinggi diperkirakan berasal dari sampah yang tercampur dalam tumpukan sampah seperti baterai bekas, aki bekas, plastik pembungkus makanan, pembungkus rokok, sisa kemasan pestisida dan cat. Jika sampah tercampur dan volume sampah secara terus menerus semakin meningkat maka kandungan logam berat (seperti timbal) juga semakin tinggi, kemungkinan timbal tersebut akan terbawa dan terdekomposisi pada air lindi kemudian merembes mengikuti gerakan aliran air tanah.

Hasil penelitian Fuadiyah (2014) juga menunjukkan bahwa kadar Pb pada air laut di Pantai Kenjeran, Surabaya adalah sebesar 0,2066 mg/l dan di air laut Kabupaten Pamekasan sebesar 0,3466 mg/l. Kandungan timbal pada kedua lokasi tersebut sudah melebihi baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,1 mg/l, hal ini disebabkan terdapat lebih dari 150 perusahaan di Kota Surabaya yang membuang limbahnya langsung ke kali Surabaya yang bermuara ke Selat Madura antara lain: industri pangan, industri kimia, tiga industri logam, industri kertas, dan penduduk. Pencemaran logam berat seperti merkuri, timbal, kadmium, dan kromium berasal dari industri (elektroplating, industri kimia, detergen, cat, keramik, kertas) dan aktivitas pertanian dan dikategorikan sebagai limbah anorganik (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Propinsi Jawa Timur, 2011).

Timbal (Pb) adalah salah satu logam yang bersifat toksik terhadap manusia, berasal dari makanan, minuman atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, mata dan prenatal. Jika terakumulatif dalam tubuh, maka berpotensi menjadi bahan toksik pada makhluk hidup. Salah satu dampak yang disebabkan oleh Pb adalah karies gigi (Moelyaningrum, 2016) ketika terdistribusi ke jaringan lunak kemudian terdeposit pada tulang dan gigi. Deposit Pb pada tulang akan meningkatkan risiko terjadinya osteoporosis (Moelyaningrum, 2017).

Selain itu, apabila dalam garam mengandung Pb yang tinggi dan dikonsumsi makhluk hidup terutama manusia akan sangat berbahaya karena sifat tim-

bal (Pb) yang persisten pada lingkungan dan toksisitas timbal (Pb) yang tinggi. Di dalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil Pb diekskresikan lewat urine atau feses. Sebagian lain terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak dan rambut (Widowati *et al.*, 2008). Paparan Pb pada anak akan lebih berbahaya. Keracunan timbal yang terjadi pada anak-anak akan menyebabkan penurunan IQ dan pemusatan perhatian, kesulitan membaca dan menulis, hiperaktif dan gangguan perilaku, gangguan pertumbuhan dan fungsi penglihatan dan pergerakan, gangguan pendengaran, anemia, kerusakan otak, liver, ginjal, syaraf dan pencernaan, koma, kejang-kejang atau epilepsi (Moelyaningrum, 2010).

Konsumsi garam sangat penting bagi tubuh dan penggunaannya dibutuhkan baik di skala industri maupun rumah tangga, oleh karena itu penulis tertarik untuk melihat bagaimana proses pembuatan garam dan berapa kadar logam berat timbal pada garam yang ada di Kabupaten Pamekasan.

## 2. Material dan Metode

Penelitian ini merupakan suatu penelitian deskriptif. Sampel garam diperoleh dari gudang penyimpanan garam yang berlokasi di 28 desa Kabupaten Pamekasan, yaitu: Desa Branta Pesisir, Tlanakan, Branta Tinggi, Tlesa, Majungan, Mangunan, Jarin, Jumiang, Padelegan, Pagagan, Pademawu Timur, Bunder, Galis, Konang, Pandan, Capak, Lembung, Batu Kerbuy, Satabar, Dempo Barat, Tlontoraja, Kapong, Lesong Daya, Pojanan Timur, Pojanan Barat, Pangereman, Tamberu dan Panganten. Teknik pengambilan sampel garam dalam penelitian ini mengacu pada SNI 19-0428 tahun 1998 tentang petunjuk pengambilan contoh padatan. Peralatan yang digunakan dalam pengambilan sampel garam berupa tombak dan dimasukkan ke dalam plastik klip, kemudian kode ditempelkan pada masing-masing sampel. Untuk pengujian timbal yang terkandung dalam garam menggunakan metode AAS (*Athomyc Absorption Spectrofotometer*) yang dilaksanakan di laboratorium Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK), Surabaya. Hasil pemeriksaan timbal dalam garam di bandingkan dengan SNI 3556-2010 tentang garam beryodium dan SNI 7387-2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Untuk informasi tentang proses produksi garam di Kabupaten Pamekasan diperoleh dari hasil wawancara dengan ketua petani garam pada tiap kecamatan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Gambaran Tahapan Proses Produksi Garam di Kabupaten Pamekasan

Tahapan proses produksi garam di Kabupaten Pamekasan meliputi: tahap pra produksi yang terdiri dari pengeringan lahan, pembersihan lahan, pemetakan lahan, perataan tanah pada lahan, dan pembuatan saluran air. Tahap proses produksi, terdiri dari proses pengaliran dan pemompaan air ke penampungan, pengendapan air di kolam peminihan (kolam ulir, kolam bozem), proses kristalisasi di kolam kristalisasi dan proses pemanenan dan tahap pasca produksi yang terdiri dari pengangkutan ke tempat penyimpanan garam. Tahapan produksi garam pada lima kecamatan Kabupaten Pamekasan secara umum sama. Beberapa hal yang membedakan tahapan proses produksi garam antar kecamatan satu dengan lainnya adalah pengaliran bahan baku dan penggunaan media produksi garam. Tahapan pembuatan garam di Kabupaten Pamekasan secara umum telah sesuai dengan yang dijelaskan yaitu mulai proses penyiapan lahan, pembuatan kontruksi, pembersihan lahan, penampungan air laut, peminihan, kristalisasi, perawatan dan pemantauan, serta pemanenan Suhelmi *et al.*, (2013).

Tahapan pembuatan garam oleh petani garam melewati beberapa tahap yaitu pengaliran air laut, kolam pengendapan, kolam peminihan, kolam kristalisasi, penggunaan air *bittern*, dan pemanenan. Sedangkan proses pembuatan garam yang baik adalah memompa air laut masuk ke bak penampungan air laut, ke kolam peminihan I (penambahan oksalat), kolam peminihan II (penambahan oksalat), kolam kristalisasi I dan II, pembuangan air *bittern* dan pemanenan (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2014). Tahapan pembuatan garam oleh petani sedikit berbeda dengan tahapan pembuatan garam dari Departemen Kelautan dan Perikanan, namun demikian hasil tidak berbeda jauh. Para petani garam membuat garam secara tradisional dengan mengandalkan sinar matahari, sedangkan prosedur pembuatan garam dari Departemen Kelautan dan Perikanan melakukan penambahan bahan kimia dalam proses pembuatannya yaitu oksalat pada kolam peminihan I dan II.

### 3.2 Sumber Pencemar pada Tahap Pra produksi Garam di Kabupaten Pamekasan

Pra produksi terdiri dari tahap penyiapan lahan dimana sumber pencemaran pada penyiapan lokasi lahan di Kecamatan Tlanakan berada cukup dekat dengan daerah pemukiman warga, jalan raya, industri tahu, pasar, dermaga kapal, terminal migas, zona pusat pengelolaan ikan (PPI), zona tempat pelelangan ikan

(TPI), dan industri batik, dengan kisaran jarak sekitar 25 m dan terletak di antara Pelabuhan Galangan Kapal dan Pelabuhan Pasar Branta. Lokasi penggaraman di Kecamatan Pademawu rata-rata berada di sekitar jalan raya, pemukiman warga, tempat pembuangan sementara (TPS), daerah industri tahu, daerah industri pandai besi. Lokasi penggaraman di Kecamatan Galis, mayoritas berada dekat dengan pemukiman warga dan jalan raya dengan jarak yang bervariasi. Rata-rata lokasi lahan penggaraman berada pada daerah pemukiman warga, dekat dengan jalan raya dan bahkan ada yang dekat dengan galangan kapal milik nelayan di Kecamatan Batumarmar dengan jarak kisaran 25 meter dari sumber pencemar. Sumber pencemar kedua adalah air yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan garam di Kabupaten Pamekasan rata-rata masih menggunakan air muara. Hal ini akan berpengaruh terhadap sumber kontaminasi garam oleh air muara. Penggunaan air muara rentan terhadap potensi zat pencemar. Proses perendaman dan pengerasan lahan yang dilakukan di 28 desa di Kabupaten Pamekasan rata-rata hanya dilakukan sekali.

Lokasi penggaraman sebaiknya letaknya cukup jauh dari daerah industri, pelabuhan, pemukiman, pertanian maupun kota-kota besar. Lokasi penggaraman di Kabupaten Pamekasan rata-rata berada cukup dekat dengan daerah pemukiman warga, jalan raya, industri tahu, pasar, dermaga kapal, terminal migas, zona pusat pengelolaan ikan (PPI), zona tempat pelelangan ikan (TPI), dan industri batik, dan pemukiman warga dengan kisaran jarak sekitar 25 meter. Berdasarkan Kusnopranto (2007), pada jarak 25 meter dari sumber pencemar merupakan area kontaminasi zat pencemar kimia. Oleh karena itu, ditemukannya zat kimia pencemar dalam garam di Kabupaten Pamekasan dapat bersumber dari lingkungan perairan laut sebagai bahan baku, lingkungan tanah sebagai media/tempat produksi garam dan lingkungan udara dimana proses produksi berlangsung dilahan terbuka.

### 3.3 Sumber pencemar pada Tahap Produksi Garam

Sumber pencemar pada proses pengaliran bahan baku di Kabupaten Pamekasan dilakukan melalui metode pintu air dan pemompaan. Rata-rata tidak ada penyaringan sampah maupun lumpur, sehingga pada saat air masuk ke lahan penggaraman bercampur dengan sampah dan lumpur dari sekitar area pengaliran air. Seluruh petani garam tidak melakukan proses perawatan dan pemantauan selama proses produksi berlangsung. Para petani garam hanya melakukan pengaturan pergantian airnya saja. Bahkan penggunaan air *bittern* (air tua) oleh petani garam di Kabupaten Pamekasan rata-rata

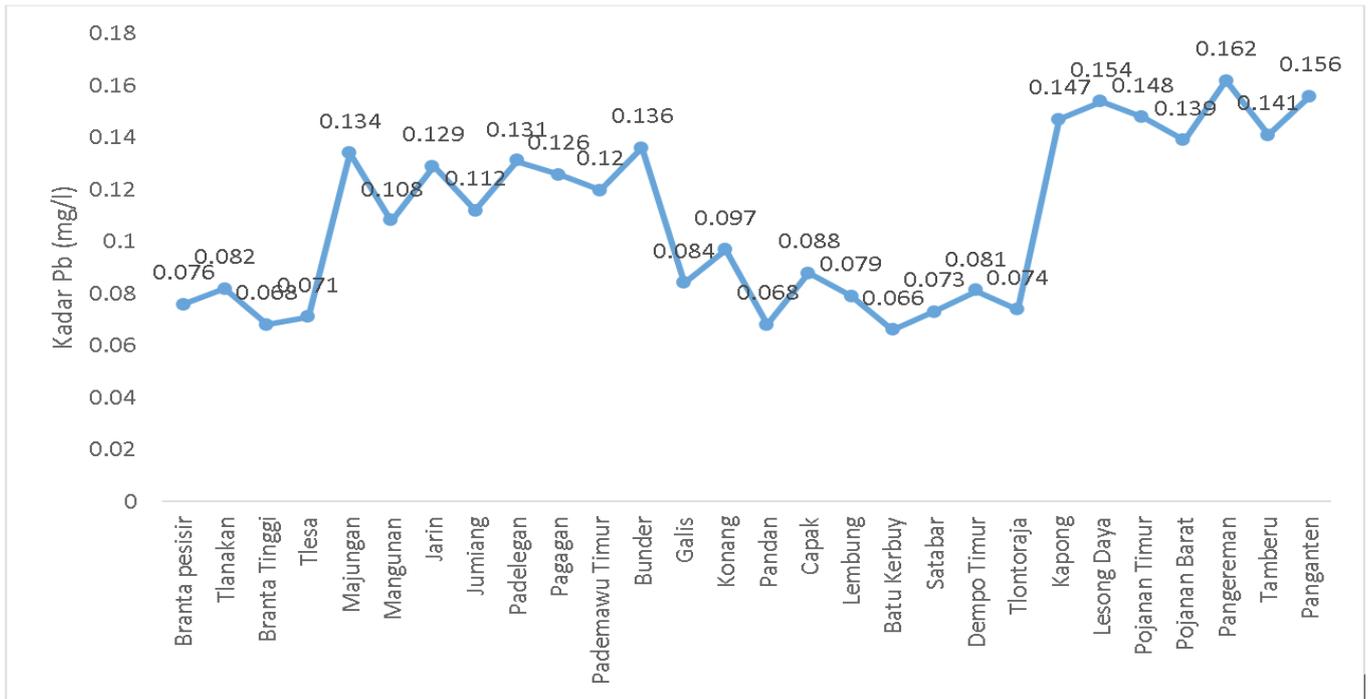
masih digunakan kembali oleh petani garam dengan penggunaan yang bervariasi. Air *bittern* adalah limbah yang berupa cairan pekat yang berasal dari proses pembuatan garam. Air *bittern* banyak mengandung mineral yang tidak ikut mengkristal saat pembuatan garam.

Kontaminan Pb pada garam di Kabupaten Pamekasan dapat berasal dari bahan baku yang digunakan terkontaminasi atau tercemar Pb. Faktor yang berpotensi menjadi pencemar Pb pada perairan laut di Kabupaten Pamekasan adalah adanya usaha pertambangan migas. Berdasarkan hasil studi hasil wawancara dengan Humas Kabupaten Pamekasan (2017), terdapat pertambangan migas di perairan Pamekasan dan sekarang pada tahun 2018 juga terdapat penambahan usaha pertambangan minyak di perbatasan perairan Pamekasan dan Sumanep. Kegiatan pertambangan minyak merupakan salah satu jenis industri pembuangan limbah yang mengandung Pb. Oleh karena itu, kegiatan tambang minyak di Kabupaten Pamekasan dapat menjadi salah satu faktor yang berpotensi untuk menyebabkan kontaminasi atau pencemaran Pb pada perairan laut di Kabupaten Pamekasan yang merupakan bahan baku pembuatan garam. Menurut Connel dan Miller (2006), kegiatan proses pengambilan bijih, peleburan dan penyulingan minyak dapat menyebabkan hamburan dan penimbunan sejumlah besar logam runtuhan seperti Pb, Zn, Cu dan Ag ke dalam saluran pembuangan di sekelilingnya atau pengeluaran langsung ke dalam lingkungan perairan.

Sementara itu, faktor lain yang berpotensi mencemari lokasi lahan penggaraman di Kabupaten Pamekasan adalah lokasi lahan yang berada di sekitar TPS warga baik sampah organik maupun non organik, karena salah satu logam berat yang juga termasuk komposisi lindi adalah timbal (Pb). Jika lindi mencemari tambak garam, maka sangat mungkin garam yang dihasilkan akan mengandung Pb yang berasal dari lindi. Nilai rata-rata kadar Pb dalam garam di sekitar tempat pembuangan akhir sampah telah melebihi persyaratan nilai maksimal, cemaran logam Pb dalam garam bahan baku untuk industri garam yodium, yaitu 12,2 mg/kg dengan standar 10 mg/kg (SNI 01- 4435-2000).

### 3.4 Sumber pencemar pada Tahap Pasca Produksi Garam

Proses pengangkutan garam menuju tempat penyimpanan garam di Kabupaten Pamekasan bermacam-macam, ada yang menggunakan gerobak, sepeda, keranjang hingga kendaraan bermotor. Tempat penyimpanan garam di Kabupaten terdapat dua jenis yaitu bangunan permanen dan tidak permanen. Sumber pencemar pasca panen berasal dari asap kendaraan bermotor



**Gambar 1.** Kadar Pb pada 28 sampel Garam di Kabupaten Pamekasan

yang digunakan untuk mengangkut garam menuju tempat penyimpanan. Selama proses pengangkutan, garam dibiarkan dalam keadaan terbuka di lahan yang berada di pinggir jalan raya. Proses ini sangat penting dilakukan agar kondisi garam tetap baik. Menurut Siregar (2005), faktor-faktor potensial penyebab pencemaran Pb udara sekitar lahan penggaraman di Kabupaten Pamekasan adalah hasil buangan kendaraan bermotor. Jumlah Pb di udara dipengaruhi oleh volume atau kepadatan lalu lintas, jarak dari jalan raya, dan daerah industri, percepatan mesin dan arah angin.

### 3.5 Sanitasi Tempat Penyimpanan Garam

Rata-rata bangunan tempat penyimpanan garam di Kabupaten Pamekasan berupa bangunan tidak permanen dengan permanen yang memiliki pintu dan dinding terbuat dari bahan bambu, lantai tanah dan tidak ada asbes dengan kondisi yang belum sesuai dengan ketentuan sanitasi gudang penyimpanan garam (Suhelmi, 2013). Tempat penyimpanan garam yang tidak sanitair juga memungkinkan berbagai bahan polutan dapat mengkontaminasi produk garam.

### 3.6 Kadar timbal (Pb) pada garam

Mutu garam yang dihasilkan dari Kabupaten Pamekasan menunjukkan bahwa mutu garam masih memenuhi syarat yang ditentukan oleh SNI 3556-2010 tentang garam beryodium dan SNI 7387-2009 tentang

batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Dalam SNI 3556-2010 dan SNI 7387-2009 mensyaratkan kadar timbal pada garam tidak boleh melebihi 10 ppm. Hasil pengukuran kadar timbal pada garam di Kabupaten Pamekasan dengan kadar terendah yaitu 0,066 ppm dan kadar tertinggi yaitu 0,162 ppm. Data secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1. Meskipun hasil pemeriksaan timbal pada garam dari kabupaten Pamekasan masih aman (< 10 ppm), namun masih ditemukan garam mengandung timbal. Sehingga penatalaksanaan pembuatan garam harus terus terkontrol supaya kadar timbal pada garam tidak meningkat.

## 4. Kesimpulan

Rerata kadar Pb di Kabupaten Pamekasan masih aman (< batas maksimum). Keberadaan Pb pada garam, perlusterus dipantau supaya kadar Pb garam tidak meningkat melebihi batas aman. Penanganan pada pra-proses-pasca produksi garam sebaiknya dilakukan sesuai standart.

## Daftar Pustaka

Badan Standardisasi Nasional. (2010). SNI 3556-2010 tentang garam beryodium. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Propinsi Jawa Timur. (2011). Limbah industri rusak sumberdaya perikanan. Diakses 7 Mei 2018, dari <http://bappeda.jatimprov.go.id/2011/10/28/>

[limbah-industri-rusak-sumberdaya-perikanan-2/](#)

- Connel & Miller. (2006). Kimia dan etoksikologi pencemaran. Jakarta: UI Press.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. (2005). Prototip informasi iklim dan cuaca untuk tambak garam. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan. Diakses 6 Mei 2018, dari <http://www.p3sdlp.litbang.kkp.go.id/index.php/en/publikasi/buku-a-technical-documentation?download=131%3Abuku-prototip-informasi-iklim>.
- Efendy, M., Sidik, R. F., & Muhsoni, F. F. (2014). Pemetaan potensi pengembangan lahan tambak garam di pesisir utara Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Kelautan*, 7 (1): 1907-9931.
- Fuadiyah. (2014). Studi kandungan logam berat cadmium pada beberapa spesies ikan, moluska dan crustacea di pantai Kenjeran, Surabaya dan pesisir Pamekasan, Madura. *Media Journal Of Aquaculture And Fish Health*, 1(1): 95-101.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan BPPP Tegal. (2017). Memilih lokasi tambak garam rakyat. Diakses tanggal 4 Maret 2018, dari <http://www.bppp-tegal.com/web/index.php/artikel/98-artikel/artikel-pegaraman/171-memilih-lokasi-tambak-garam-rakyat>
- Kusnoputranto, H. (2007). Toksikologi lingkungan, logam toksik dan berbahaya. Jakarta: FKM-UI Press dan Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan.
- Kristiyaningsih, S. & Sudarmaji. (2008). Hubungan pencemaran Pb lindi pada tambak garam sekitar tempat pembuangan akhir sampah Benowo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4 (2): 21-30.
- Moelyaningrum, A. D. (2010). Timah hitam dan kesehatan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat IKESMA*, 6(2):116-119.
- Moelyaningrum, A. D. (2016). Timah hitam (Pb) dan karies gigi. *Jurnal Stomatognatic*, 13 (13): 28-31.
- Moelyaningrum, A. D. (2017). Correlation between blood lead level (BLL) and osteoporosis in postmenopausal women in Surabaya Indonesia. Proceeding of the 1<sup>st</sup> International Symposium of Public Health. Emerging and Re-emerging Disease. S3 Ilmu Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, p:190-197.
- Palar, H. (2012). Pencemaran dan toksikologi logam berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pemerintah Daerah Kabupaten Pamekasan. (2012). Peraturan Daerah Nomor 16 tentang Rencana tata ruang wilayah Kabupaten Pamekasan 2012-2032. Diakses 7 Mei 2018 dari [http://jdih.setjen.kemendagri.go.id/files/KAB\\_PAMEKASAN\\_16\\_2012](http://jdih.setjen.kemendagri.go.id/files/KAB_PAMEKASAN_16_2012).
- Siregar, E. B. M. (2005). Pencemaran udara, respon tanaman dan pengaruhnya pada manusia. Diakses 20 Maret 2019, dari <http://repositoryusu.ac.id/bitstream/123456789/1095/3/05001255.pdf.txt>.
- Suhelmi, I. R., Zainuri, M., & Hafiluddin. (2013). Garam Madura tradisi dan potensi usaha garam rakyat. Jakarta: Pusat Penelitian dan pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Su'udiyah, I. (2015). Perbedaan kadar logam berat timbal (Pb) pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Suwari. (2010). Model pengendalian pencemaran air pada wilayah Kali Surabaya. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Widowati, W., Sastiono, A., & Jusuf, R. R. (2008). Efek toksik logam: pencegahan dan penanggulangan pencemaran. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Widyasari, N., Moelyaningrum, A. D., & Pujiati, R. S. (2013). Analisis potensi pencemaran timbal (Pb) pada tanah, air lindi dan air tanah (sumur monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember. Skripsi. Universitas Jember.