



**PERBEDAAN KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA GARAM
DI KABUPATEN BANGKALAN DAN KABUPATEN SUMENEP**

SKRIPSI

Oleh

**Imroatus Su'udiyah
NIM 112110101108**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PERBEDAAN KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA GARAM
DI KABUPATEN BANGKALAN DAN KABUPATEN SUMENEP**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat
dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**Imroatus Su'udiyah
NIM 112110101108**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua, Bapak Nurhawi dan Ibu Marfuatun, yang selalu berjuang untuk memberikan yang terbaik dan mengajarkan banyak hal tentang kehidupan;
2. Kakak-kakak tersayang, Nurul Hidayat, Nurul Fajriyatus S., Nurul Muyassir serta kakak-kakak ipar, Rita Yulaila, Ach. Fauzi, dan Vinda Aprilia yang selalu memberikan semangat, bantuan, mengajarkan banyak hal dan memberikan contoh yang baik dalam menjalani kehidupan, serta keponakan-keponakan, Arafii Akbar Hidayat, Herdian Gilang Hidayat, Mujtahidatut Taqiyyah Alhumaira, dan Fachriansyah Azka Fauzi yang telah memberi semangat dan keceriaan;
3. Dosen pembimbing skripsi, Ibu Anita Dewi Moelyaningrum S.KM., M.Kes dan Ibu Ellyke, S.KM., M.KL. yang telah membimbing dan menyemangati dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

MOTTO

Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

*(Terjemahan Quran Surat Ar-rum Ayat 41)**



*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung : CV Penerbit J-ART.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Imroatus Su'udiyah

NIM : 112110101108

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Perbedaan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam di Kabupten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Juni 2015

Yang menyatakan,

Imroatus Su'udiyah

NIM. 112110101108

SKRIPSI

**PERBEDAAN KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA GARAM
DI KABUPATEN BANGKALAN DAN KABUPATEN SUMENEP**

Oleh

Imroatus Su'udiyah
NIM 112110101108

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Ellyke, S.KM., M.KL

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Perbedaan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Jum'at
tanggal : 26 Juni 2015
tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris

Dr. Farida Wahyu N., S.KM., M.Kes
NIP.198010092005012002

Prehatin Trirahayu N., S.KM., M.Kes
NIP.198505152010122003

Anggota

Ir. Sri Harjani, M.Si.
NIP.196405091989032005

Mengesahkan
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Jember

Drs. Husni Abdul Gani, M.S.
NIP.195608101983031003

RINGKASAN

PERBEDAAN KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA GARAM DI KABUPATEN BANGKALAN DAN KABUPATEN SUMENEP; Imroatus Su'udiyah; 112110101108; 2015; 114 Halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan potensi kekayaan alam yang melimpah, salah satunya adalah mineral garam terlarut dalam air laut yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan garam. Area penggaraman terluas di Indonesia adalah Pulau Madura yang dikenal sebagai pulau garam. Garam di Pulau Madura sangat bergantung pada kualitas air laut perairan Selat Madura. Kondisi lingkungan perairan yang cenderung berubah akibat perubahan iklim, menumpuknya berbagai polutan, bahkan konsekuensi dari buangan lumpur Lapindo berpengaruh besar terhadap kualitas air laut perairan Selat Madura. Selat Madura juga menjadi muara dari beberapa sungai besar yang berpotensi untuk membawa bahan pencemar. Wilayah pesisir dan laut merupakan tempat pembuangan akhir dari semua jenis limbah yang dihasilkan oleh aktifitas manusia di darat maupun di laut, termasuk limbah yang mengandung logam berat seperti Pb. Sementara itu, salah satu syarat mutu garam adalah kadar Pb pada garam tidak melebihi 10 ppm. Logam Pb adalah logam berat yang sangat beracun. Logam Pb menjadi sangat berbahaya bagi tubuh meskipun yang diserap hanya sedikit. Pulau Madura merupakan sebuah pulau yang terdiri atas empat kabupaten yaitu paling barat adalah Kabupaten Bangkalan dan yang paling timur adalah Kabupaten Sumenep. Berdasarkan letak geografisnya, Kabupaten Bangkalan merupakan kabupaten yang paling dekat dengan daerah-daerah industri seperti Surabaya, Gresik dan Pasuruan serta muara Sungai Porong. Sebaliknya, Kabupaten Sumenep merupakan kabupaten yang paling jauh dengan beberapa

lokasi yang berpotensi menjadi sumber pencemar Pb di Selat Madura. Perbedaan tersebut dimungkinkan akan mempengaruhi kadar Pb pada garam yang bersumber dari perairan Selat Madura di kedua kabupaten. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan kadar Pb pada garam dengan bahan baku dari perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode analitik serta rancangan penelitian secara *cross sectional*. Sampel penelitian berjumlah 30 sampel dengan menggunakan *Multistage sampling*. Informan penelitian terdiri dari 2 petani garam yang merupakan ketua kelompok petani garam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahapan proses pembuatan garam di kedua kabupaten meliputi tahap pra produksi, proses produksi dan pasca produksi. Rata-rata kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan adalah 0,104 ppm dan di Kabupaten Sumenep adalah 0,126 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep masih berada di bawah batas maksimum cemaran Pb pada garam sesuai SNI 3556-2010 tentang garam beryodium yaitu 10 ppm. Terdeteksinya kadar Pb pada garam di kedua kabupaten menunjukkan bahwa garam tersebut terkontaminasi oleh Pb meskipun dalam kadar yang kecil. Menurut Widowati *et al.*, (2008), pencemaran Pb berasal dari sumber alami maupun limbah hasil aktivitas manusia, baik di lingkungan air, udara maupun darat. Berdasarkan hal tersebut, adanya kontaminasi Pb pada garam dapat bersumber dari Pb di lingkungan. Kontaminasi Pb pada garam dapat bersumber dari lingkungan perairan laut sebagai sumber bahan baku, lingkungan tanah sebagai media / tempat produksi garam dan lingkungan udara dimana proses produksi garam berlangsung di lahan terbuka. Beberapa aktivitas manusia yang berpotensi menghasilkan buangan Pb ke lingkungan adalah kegiatan pertambangan minyak di Kabupaten Sumenep dan industri galangan kapal di Kabupaten Bangkalan serta kegiatan pertanian dan buangan hasil pembakaran kendaraan bermotor dengan bahan bakar bertimbal, baik di Kabupaten Sumenep maupun Bangkalan. Hasil uji statistik menggunakan uji beda *Mann-Whitney* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep.

SUMMARY

THE DIFFERENCE OF HEAVY METAL LEAD (Pb) LEVEL OF SALT IN BANGKALAN AND SUMENEP REGENCY; Imroatus Su'udiyah; 112110101108; 2015; 114 pages; Department of Environmental Health and Occupational Safety Health, Faculty of Public Health, University of Jember

Indonesia is the largest archipelagic country in the world which has a lot of potential natural resources, one of them is a mineral salt in sea water which can be used as raw material to produce sea salt. The largest salt producing area in Indonesia is Madura Island which known as the salt island. Most of salt in Madura Island depend on the quality of Madura Strait's water. The condition of the aquatic environment which tends to change due to climate change, buildup of various pollutants, even the consequences of Lapindo mud give big affect to the quality of Madura Strait's water. Madura Strait also become estuary of several rivers which have potential to carry contaminants. The coastal and the sea areas become estuary of the various wastes from human activities in the sea and land, included wastes which contains heavy metal like Pb. One of salt qualifications is the level of Pb no more than 10 ppm. Pb is a highly toxic heavy metal. Pb is very harmful to the body even though being absorbed only slightly. Madura Island as the largest salt producing area in Indonesia is an island which consist of four regencies namely Bangkalan is the westernmost and Sumenep is the easternmost. Based on geographical location, Bangkalan is located in the closest to industrial area such as Surabaya, Gresik, and Pasuruan. On the contrary, Sumenep is located far from areas which have potential to be source of Pb pollution in Madura Strait. That difference enable to influence Pb level in salt which used raw material from Madura Strait's water in both regencies, namely Bangkalan and Sumenep. This study was conducted in analyzing the difference of heavy metal lead (Pb)level of salt which used raw material from Madura Strait's water in Bangkalan and Sumenep regency. The kind of this research is a quantitative research using the analytical method with cross sectional study design. Samples

in this research included 30 samples taken from two villages in Bangkalan (15 samples) and 3 villages in Sumenep (15 samples). The sampling technique was multistage sampling. The informants are 2 salt farmers who was chairman of a group of farmers salt. The research's results showed that the stages of the process of making salt in both regencies covered the stage of pre-production, production and post-production. The average levels of Pb in sea salt in Bangkalan was 0.104 ppm and in Sumenep was 0.126 ppm. Those result showed that Pb levels in sea salt in both Bangkalan and Sumenep was lower than maximum level which allowed in sea salt based on SNI 3556-2010 about iodine salt, namely 10 ppm. The existence of Pb in sea salt in both regencies showed that sea salt was contaminated by Pb although in low level. Based on Widowati et al., (2008), Pb pollution has a source from natural and human activity waste in water, air and land environment. Based on that theory, the existence of Pb in sea salt can be caused by existence of Pb contamination in environment. Source of Pb contamination could come from sea water environment as salt's raw material, land environment as location to produce salt and air environment because of salt production process which take place on outdoor. Some of human activities which have potential to caused Pb contamination in environment was oil mining activity in Sumenep and dockyard industry in Bangkalan. Beside that, agriculture activities and vehicle emissions also have potential to caused Pb contamination in environment in both Bangkalan and Sumenep. Based on statistical test results using Mann-Whitney test showed that there was no significant difference between the Pb level of salt in Bangkalan and Sumenep Regency.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas segala nikmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Perbedaan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep*”. Skripsi ini disusun guna melengkapi tugas ujian akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Strata Satu (S1) di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kadar Pb pada garam yang menggunakan bahan baku dari perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada **Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes** selaku dosen pembimbing utama dan **Ibu Ellyke, S.KM., M.KL** selaku dosen pembimbing anggota yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, koreksi, motivasi, pemikiran, saran, do’a dan waktu sehingga skripsi ini dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T yang menjadi tujuan dari setiap langkah kaki ini;
2. Drs. Husni Abdul Gani, M.S., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Anita Dewi Prahastuti S., S.KM., M.Sc. selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
4. Christyana Sandra, S.KM., M.Kes. selaku dosen pembimbing akademik;
5. Dr. Farida Wahyu Ningtyas., S.KM., M.Kes., Prehatin Trirahayu Ningrum., S.KM., M.Kes., dan Ir. Sri Harjani, M.Si. selaku tim penguji;
6. Kedua orang tua, Bapak Nurhawi dan Ibu Marfuatun yang telah berjuang untuk memberikan yang terbaik, mengajarkan banyak hal dalam hidup, selalu

mendukung dan senantiasa mendo'akan sehingga semangat ini terus terjaga hingga saat ini.

7. Kakak-kakak tersayang, Nurul Hidayat, Nurul Fajriyatus S., Nurul Muyassir dan kakak-kakak ipar, Rita Yulaila, Ach. Fauzi, dan Vinda Aprilia yang selalu memberikanku semangat dan dukungan, bantuan, mengajarkan banyak hal dan memberikan contoh yang baik dalam menjalani kehidupan, serta keponakan-keponakan, Arafii Akbar Hidayat, Herdian Gilang Hidayat, Mujtahidatut Taqiyyah Alhumaira, dan Fachriansyah Azka Fauzi yang telah memberi semangat dan keceriaan;
8. Guru-guru TK Al-Munawwaroh, SDN Jungcang-cang II, SMPN 1 Pamekasan, SMAN 1 Pamekasan serta semua dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember beserta seluruh staf atas setiap ilmu yang diberikan, pelajaran hidup yang bermakna serta didikan yang tak ternilai;
9. Pendamping PUGAR Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Sumenep dan Bangkalan, Rully Resha Rahmatilla, S.Kel. dan Panca Yulianto Jaka Putra, Amd. yang telah banyak membantu serta selalu memberi dukungan, bimbingan, arahan dan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini;
10. Para petani garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep yang terlibat dalam penelitian ini atas kesempatan, waktu dan semangat yang diberikan;
11. Teman-teman FKM UJ, khususnya peminatan Kesehatan Lingkungan 2011; dan Keluarga Kos Koba atas dukungan dan semangatnya.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala bentuk bantuannya.

Skripsi ini telah penulis susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kesalahan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Jember, 26 Juni 2015

Penulis

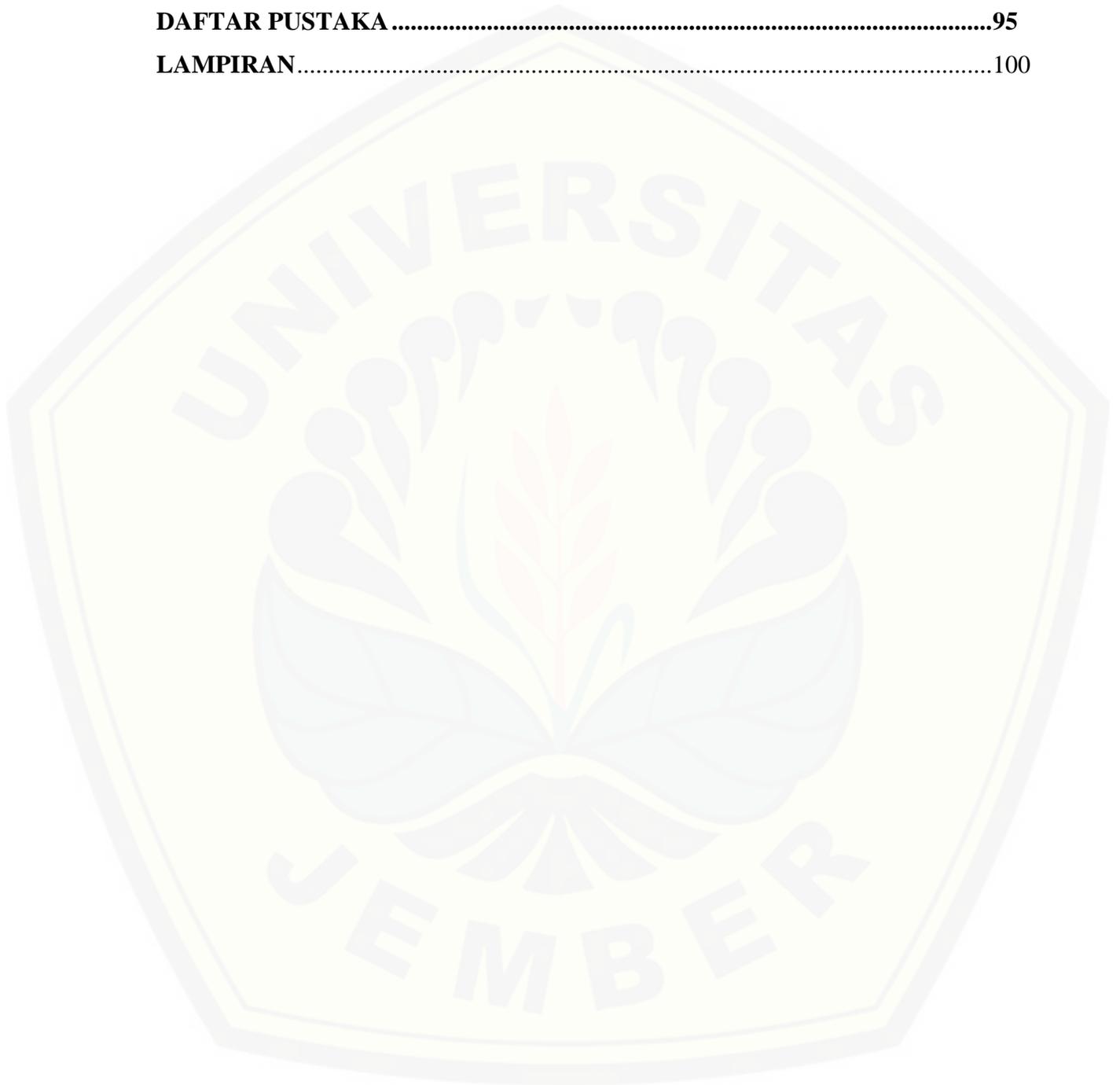
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY.....	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR SINGKATAN.....	xxi
DAFTAR ARTI LAMBANG	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan umum	5
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat teoritis.....	6
1.4.2 Manfaat praktis	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Timbal (Pb)	8
2.1.1 Pengertian, Penyebaran dan Sifat Pb.....	8
2.1.2 Pemanfaatan Pb	10

2.1.3 Pb di Air	11
2.1.4 Pb di Udara	14
2.1.5 Pb di Tanah	15
2.2 Pulau Madura	16
2.3 Selat Madura	16
2.3.1 Dinamika Perairan Selat Madura	16
2.4 Garam.....	18
2.4.1 Definisi Garam	18
2.4.2 Jenis Garam	18
2.4.3 Manfaat Garam.....	19
2.4.4 Proses Pembuatan Garam.....	22
2.4.5 Faktor-faktor Teknis yang Mempengaruhi Kualitas Garam	26
2.4.6 Syarat Mutu Garam	28
2.5 Efek Pb Terhadap Kesehatan	29
2.6 Kerangka Teori	31
2.7 Kerangka konseptual	32
2.8 Hipotesis	33
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Jenis Penelitian.....	34
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.2.1 Tempat Penelitian	34
3.2.2 Waktu Penelitian	35
3.3 Populasi, sampel dan sampling.....	35
3.3.1 Populasi Penelitian	35
3.3.2 Sampel Penelitian	36
3.4 Waktu Pengambilan Sampel	4
3.5 informan Penelitian	41
3.6 Variabel dan Definisi Operasional.....	42
3.6.1 Variabel Penelitian	42
3.6.2 Definisi Operasional	42
3.7 Prosedur Penelitian	44

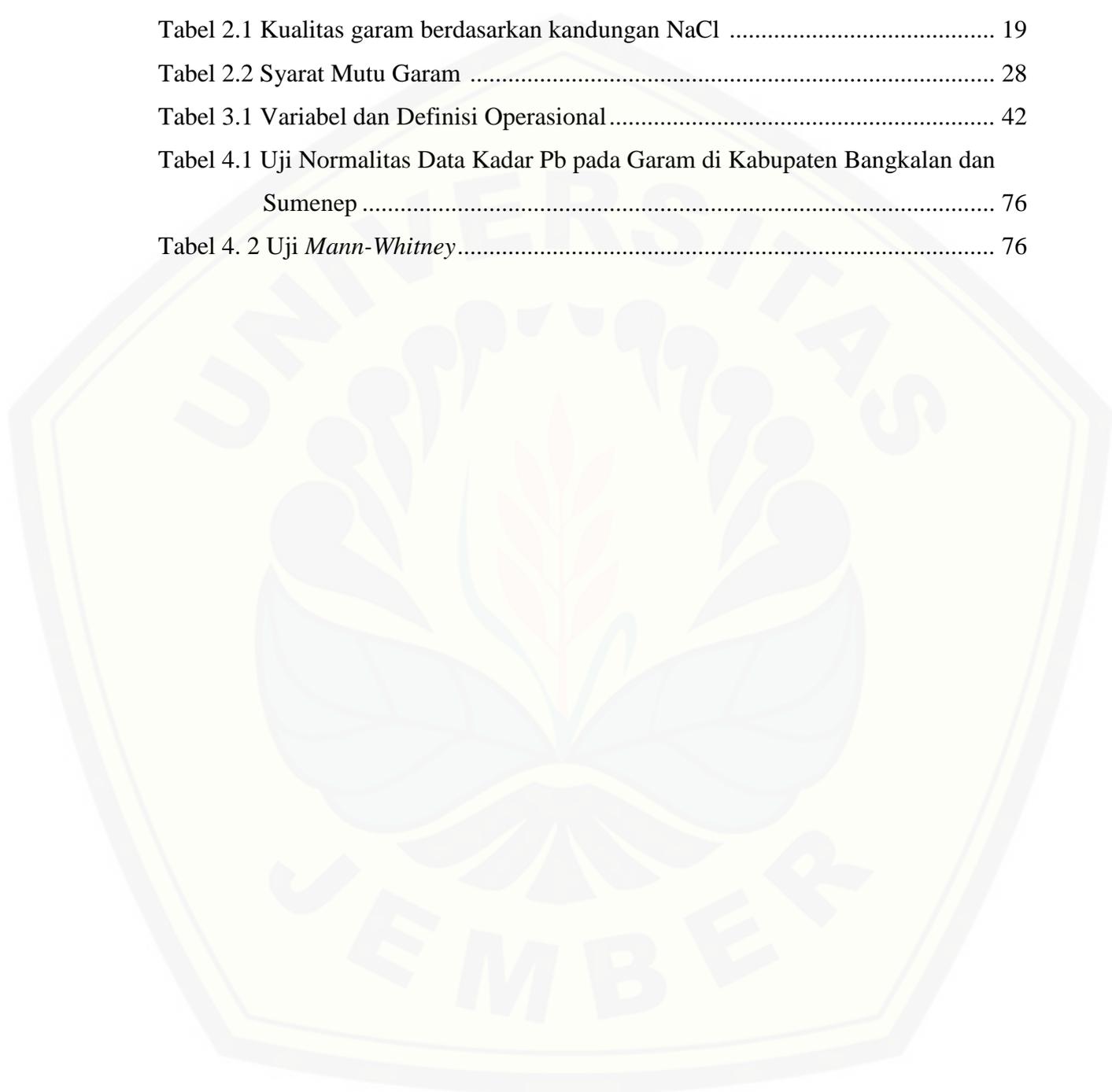
3.7.1 Tahap Pengambilan Sampel	43
3.7.2 Tahap Pengujian di Laboratorium	44
3.8 Data dan Sumber data.....	45
3.8.1 Data Primer	45
3.5.2 Data Sekunder	45
3.9 Teknik Pengolahan, Analisis dan Penyajian Data.....	46
3.9.1 Teknik Pengolahan Data.....	46
3.9.2 Teknik Analisis Data	46
3.9.3 Teknik Penyajian Data	46
3.10 Kerangka Alur Penelitian	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil	48
4.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	48
4.1.2 Gambaran Tahapan Proses Produksi Garam di Kabupaten Bangkalan	58
4.1.3 Gambaran Tahapan Proses Produksi Garam di Kabupaten Sumenep	66
4.1.4 Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan	72
4.1.5 Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Sumenep	73
4.1.6 Perbedaan Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep.....	74
4.2 Pembahasan	77
4.2.1 Gambaran Tahapan Produksi Garam di Kabupaten Bangkalan.....	77
4.2.2 Gambaran Tahapan Produksi Garam di Kabupaten Sumenep.....	78
4.2.3 Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan	79
4.2.4 Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Sumenep	81
4.2.5 Perbedaan Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep.....	83

BAB 5 PENUTUP	93
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	100



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kualitas garam berdasarkan kandungan NaCl	19
Tabel 2.2 Syarat Mutu Garam	28
Tabel 3.1 Variabel dan Definisi Operasional	42
Tabel 4.1 Uji Normalitas Data Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep	76
Tabel 4. 2 Uji <i>Mann-Whitney</i>	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Teori.....	31
Gambar 2.2 Kerangka Konseptual	32
Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel	35
Gambar 3.2 <i>Multistage Sampling</i> untuk Lokasi di Kabupaten Bangkalan	38
Gambar 3.3 <i>Multistage Sampling</i> untuk Lokasi di Kabupaten Sumenep	39
Gambar 3.4 Kerangka Alur Penelitian	48
Gambar 4.1 Alur Proses Produksi Garam di Kabupaten Bangkalan	59
Gambar 4.2 Alur Proses Produksi Garam di Kabupaten Sumenep.....	66
Gambar 4.3 Kadar Pb pada 15 Sampel Garam di Kabupaten Bangkalan	73
Gambar 4.4 Kadar Pb pada 15 Sampel Garam di Kabupaten Sumenep	74
Gambar 4.5 Kadar Pb pada 30 Sampel Garam di Bangkalan dan Sumenep	75

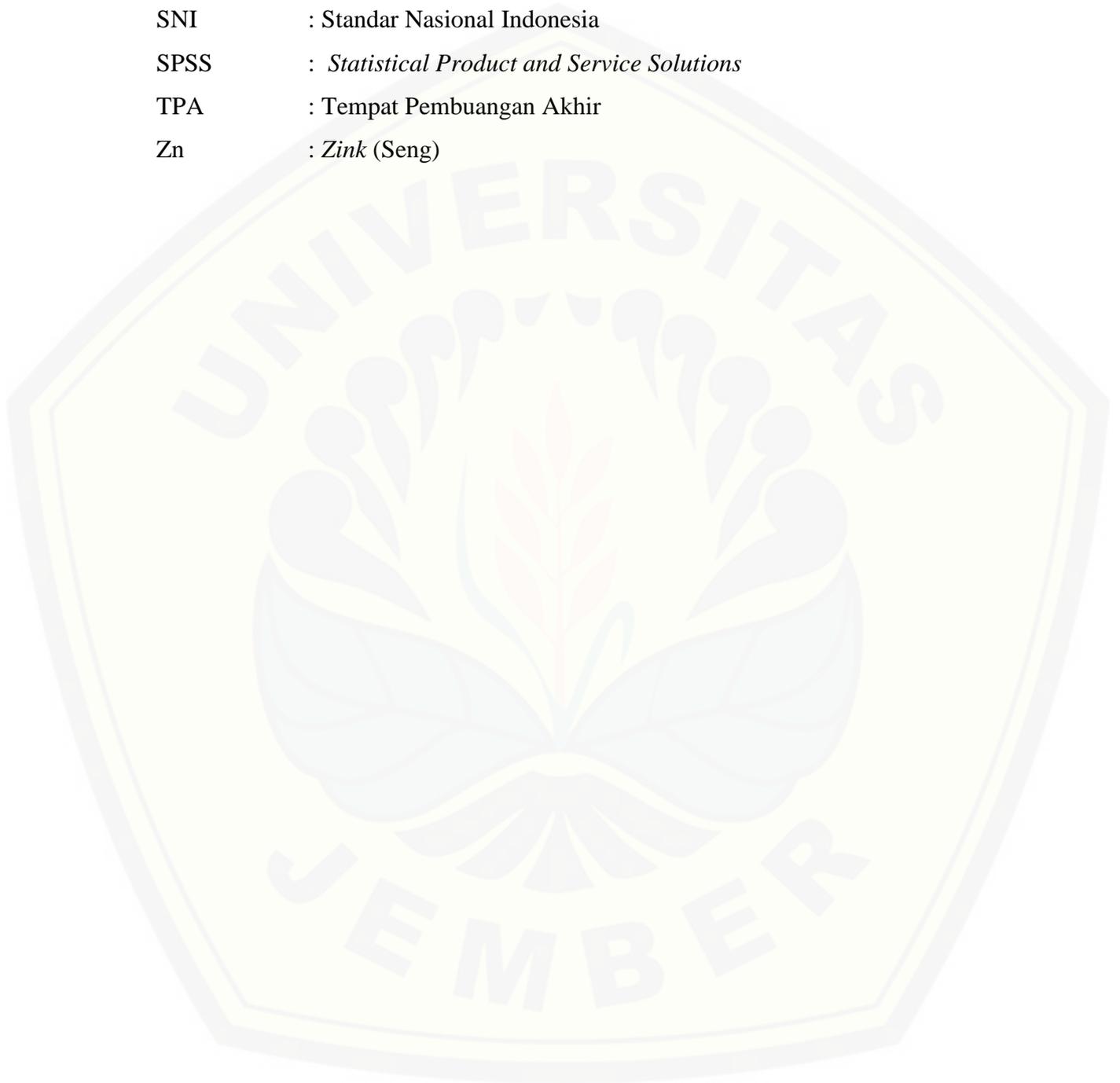
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Informed Consent</i> Informan di Kabupaten Bangkalan	100
Lampiran 2. <i>Informed Consent</i> Informan di Kabupaten Sumenep	101
Lampiran 3. Lembar Wawancara	102
Lampiran 4. Hasil Uji SPSS	106
Lampiran 5. Hasil Uji Laboratorium Kadar Pb pada Sampel Garam	110
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	111

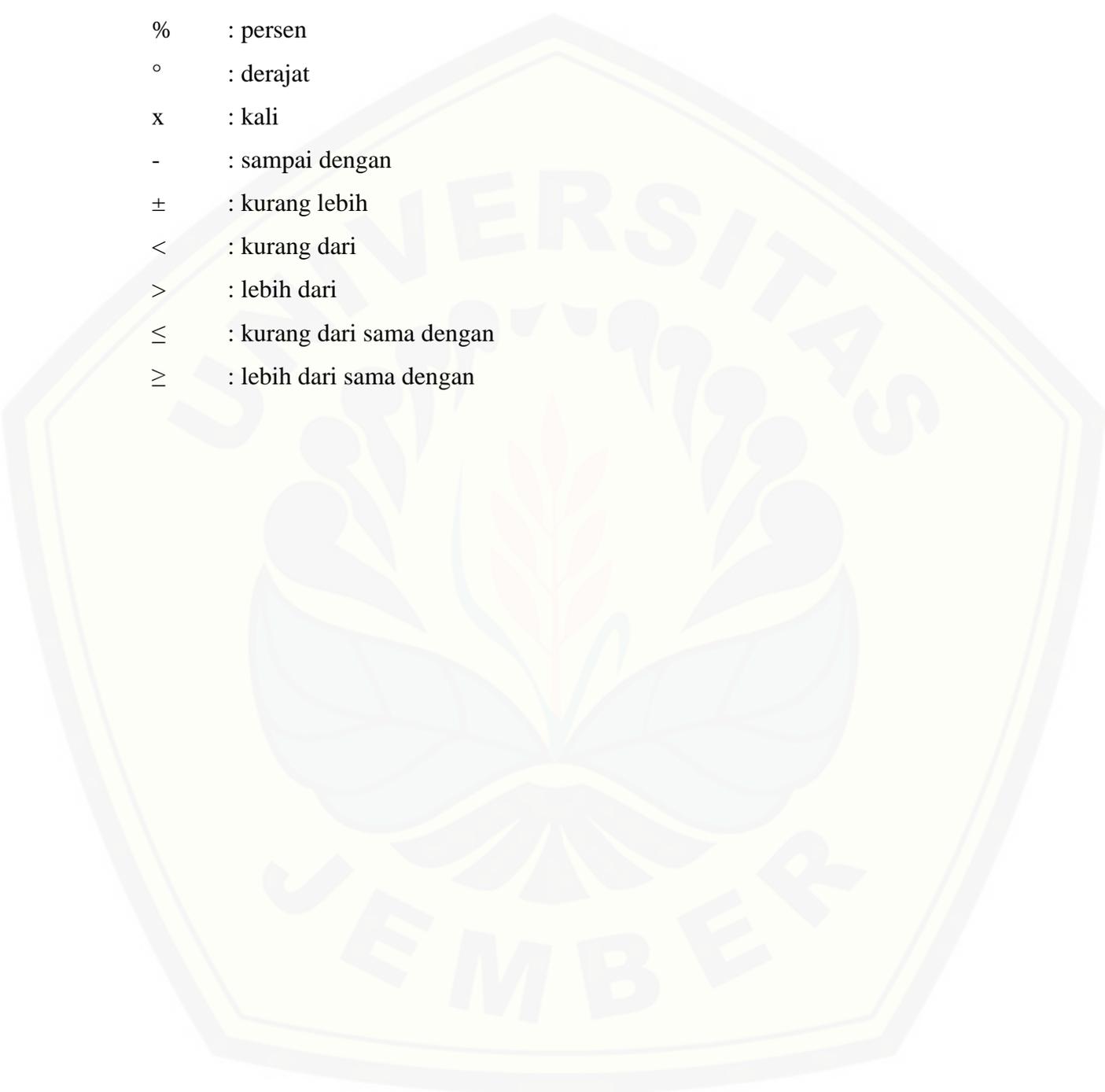
DAFTAR SINGKATAN

AAS	: <i>Atomic Absorption Spektrofotometry</i>
Ag	: <i>Argentum</i> (Perak)
As	: Arsenikum
Au	: <i>Aurum</i> (Emas)
Be	: <i>Baume</i>
BLH	: Badan Lingkungan Hidup
BPSPL	: Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut
BPS	: Badan Pusat Statistik
Pb	: <i>Plumbum</i> (Timbal)
Cd	: Cadmium
Cu	: <i>Cuprum</i> (Tembaga)
DAS	: Daerah Aliran Sungai
DKP	: Dinas Kelautan dan Perikanan
DJPT	: Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap
KKP	: Kementerian Kelautan dan Perikanan
dm	: Desi meter
Fe	: <i>Ferrum</i> (Besi)
Ha	: Hektar
Hg	: <i>Hydrargyrum</i> (Merkuri)
IQ	: <i>Intelligence Quotient</i>
KCl	: Kalium Klorida
km ²	: Kilometer persegi
m	: Meter
mg/kg	: Miligram per Kilogram
mg/l	: Miligram per liter
mdpl	: Meter di atas permukaan laut
Mn	: Mangan
NaCl	: Natrium Klorida

ppm	: <i>Part Per Million</i>
ppt	: <i>Part Per Trillion</i>
Sb	: Stibium
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SPSS	: <i>Statistical Product and Service Solutions</i>
TPA	: Tempat Pembuangan Akhir
Zn	: <i>Zink (Seng)</i>



DAFTAR ARTI LAMBANG



$\%$: persen
$^{\circ}$: derajat
\times	: kali
$-$: sampai dengan
\pm	: kurang lebih
$<$: kurang dari
$>$: lebih dari
\leq	: kurang dari sama dengan
\geq	: lebih dari sama dengan

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah sebuah negara maritim. Berdasarkan Kementerian Sekretariat RI (2010), Indonesia terdiri dari 17.508 pulau sehingga Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Posisi Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia tersebut membuat Indonesia memiliki potensi kekayaan alam yang melimpah, salah satunya adalah mineral garam terlarut dalam air laut yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan garam. Luas lahan garam di Indonesia mencapai 33.625 ha dan hanya sekitar 17.625 ha (52,4%) yang dimanfaatkan untuk memproduksi garam. Lahan garam tersebut tersebar di 9 provinsi yaitu Nanggroe Aceh Darussalam (-), Jawa Barat (2.787 ha, dimanfaatkan 1.746 ha), Jawa Tengah (3.249 ha, dimanfaatkan 3.248 ha), Jawa Timur (13.047 ha, dimanfaatkan 9.713 ha), Bali (dimanfaatkan 20 ha), Nusa Tenggara Timur (9.704 ha, dimanfaatkan 304 ha), Nusa Tenggara Barat (1.574 ha, dimanfaatkan 1.052 ha), Sulawesi Selatan (1.264 ha, dimanfaatkan 1.260 ha) dan Sulawesi Tenggara (2.000 ha, dimanfaatkan 300 ha) (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2005). Menurut Suhelmi *et al.*, (2013:71), luas area sentra usaha garam di Indonesia seluruhnya sekitar 19.664 ha yang tersebar mulai dari Aceh, Sumatra Utara, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, NTT, Sulawesi Selatan, Sulawesi Utara sampai ke wilayah timur Indonesia. Sekitar 63% dari area tersebut ada di Jawa Timur dan luas area penggaraman di Madura sekitar 11.695 ha sehingga Madura memiliki area penggaraman yang terluas di seluruh Indonesia. Oleh karena itu, Madura dikenal sebagai pulau garam.

Salah satu faktor penentu kualitas garam adalah kualitas air laut yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan garam. Air laut yang digunakan untuk pembuatan garam harus terbebas dari bahan pencemar. Wilayah pesisir dan laut merupakan tempat pembuangan akhir dari semua jenis limbah yang dihasilkan oleh aktifitas manusia di darat maupun di laut, termasuk limbah yang mengandung logam berat seperti Pb. Limbah yang mengandung logam berat dapat

mengkontaminasi perairan sungai maupun laut. Berdasarkan hasil penelitian Fuadiyah (2013), yang dilakukan pada Maret hingga April 2011, rata-rata kadar Pb pada air laut di Pantai Kenjeran, Surabaya sebesar 0,2066 mg/l dan di Pelabuhan Perikanan Branta, Pamekasan sebesar 0,3466 mg/l, kedua tempat tersebut melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan (0,1 mg/l).

Garam di Pulau Madura sangat bergantung pada kualitas air laut perairan Selat Madura. Kondisi lingkungan perairan yang cenderung berubah akibat perubahan iklim, menumpuknya berbagai polutan, bahkan konsekuensi dari buangan lumpur Lapindo berpengaruh besar terhadap kualitas air laut perairan Selat Madura (Prihatno *et al.*, 2013). Selat Madura merupakan salah satu selat di Indonesia dengan aktivitas tinggi seperti jalur pelayaran barang dan penumpang dari dan ke Surabaya serta wilayah sekitarnya, kegiatan penangkapan ikan di laut, wisata bahari serta kegiatan lainnya. Selain itu, interaksi dengan wilayah pesisir sangatlah beragam. Aktivitas kawasan industri Jawa Timur di sepanjang pesisir Gresik, Sidoarjo, dan Surabaya adalah salah satu potensi sumber polutan ke Selat Madura selain aktivitas rumah tangga dan pertanian di sepanjang daerah aliran sungai yang bermuara ke Selat Madura (Suhelmi *et al.*, 2013:91). Menurut Oki dalam BAPPEDA JATIM (2011), terdapat minimal 150 perusahaan di Kota Surabaya membuang limbah pabriknya langsung ke Kali Surabaya yang bermuara ke Selat Madura. Selat Madura juga menjadi muara dari beberapa sungai, salah satunya adalah Sungai Brantas. Menurut Taftazani (2007), Sungai Brantas merupakan sungai terbesar di Jawa Timur yang menjadi muara beberapa anak sungai yang telah melintasi banyak kota besar, antara lain Malang, Blitar, Kediri, Mojokerto dan Surabaya, kemudian bermuara di Selat Madura. Sepanjang daerah aliran sungai (DAS) tersebut tumbuh berbagai industri. Akibatnya adalah sebagian besar limbah tersebut akan ikut bermuara ke Selat Madura.

Pada tahun 2006, pemerintah memutuskan untuk membuang lumpur lapindo ke daerah perairan selat Madura melalui perairan sungai Porong. Berdasarkan penelitian Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI) Jawa Timur (2008) diketahui bahwa kandungan logam berat pada air dan lumpur Lapindo yang dideteksi jauh melebihi ambang baku hingga mencapai angka dua

ribu kali lipat adalah jenis Pb (Nusantara, 2009). Menurut Hutamadi *et al.*, (2012), lumpur lapindo sangat berpotensi untuk mengandung logam berat. Tingginya suhu lumpur menimbulkan hipotesa kemungkinan adanya faktor geotermal yang ikut berperan pada mekanisme keluarnya material lumpur panas. Proses geotermal dapat terbentuk oleh pengaruh magmatik menghasilkan cairan hidrotermal yang umumnya mengandung unsur-unsur Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Cd, As, Sb, Au, Ag, Hg, Tl, dan Se (Kementrian ESDM, 2012). Hasil penelitian Parawita *et al.*, (2009), menunjukkan bahwa dampak pembuangan lumpur lapindo ke Selat Madura melalui Sungai Porong mengakibatkan tingginya kandungan Pb di muara Sungai Porong yaitu berkisar antara 0-0,490 mg/l.

Salah satu syarat mutu garam yang layak untuk dikonsumsi adalah tidak mengandung Pb dimana batas maksimum yang ditentukan dalam SNI 3556-2010 tentang Garam Beryodium dan SNI 7387-2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan adalah 10 ppm atau 10 mg/kg. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Kristiyaningsih dan Sudarmaji (2008) menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar Pb pada garam dari tambak sekitar TPA sampah Benowo, Surabaya, melebihi persyaratan nilai maksimal cemaran Pb pada garam. Kadar Pb tertinggi adalah pada garam di tambak garam dengan radius \pm 100 m sebelah utara dari TPA Benowo yaitu 12,2 ppm.

Logam Pb adalah logam yang mendapat perhatian karena bersifat toksik terhadap manusia melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air serta debu yang tercemar Pb (Rahde, 1994 dalam Widowati *et al.*, 2008:110). Logam Pb merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat dideteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologis. Komponen ini beracun terhadap seluruh aspek kehidupan (Widaningrum *et al.*, 2007). Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya Pb ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur, yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit. Senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman akan diikuti dalam proses metabolisme tubuh. Meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya

sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh (Palar, 2004:84).

Toksisitas Pb bersifat kronis dan akut. Paparan Pb secara kronis bisa mengakibatkan kelelahan, kelesuan, gangguan iritabilitas, gangguan gastrointestinal, kehilangan libido, infertilitas pada laki-laki, gangguan menstruasi serta aborsi spontan pada wanita, depresi, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, daya ingat terganggu dan sulit tidur. Toksisitas akut bisa terjadi jika Pb masuk ke dalam tubuh seseorang melalui makanan atau menghirup gas Pb dalam waktu yang relatif pendek dengan dosis atau kadar yang relatif tinggi. Gejala dan tanda-tanda klinis akibat paparan Pb secara akut antara lain gangguan gastrointestinal, seperti kram perut, kolik, dan biasanya diawali dengan sembelit, mual, muntah-muntah dan sakit perut yang hebat; gangguan neurologi berupa ensefalopati seperti sakit kepala, bingung atau pikiran kacau, sering pingsan dan koma; gangguan fungsi ginjal, oliguria, dan gagal ginjal yang akut bisa berkembang dengan cepat (Widowati *et al.*, 2008:121-122). Widaningrum *et al.*, (2007) menyebutkan bahwa keracunan timbal pada anak-anak dapat mengurangi kecerdasan. Bila kadar Timbal dalam darah mencapai tiga kali batas normal (asupan normal sekitar 0,3 mg perhari) maka akan menyebabkan penurunan kecerdasan intelektual (IQ) di bawah 80. Kelainan fungsi otak terjadi karena timbal secara kompetitif menggantikan peranan mineral-mineral utama seperti seng, tembaga, dan besi dalam mengatur fungsi sistem saraf pusat. Kadaan ini akan mengurangi peluang bagi anak untuk berhasil dalam sekolahnya (Widowati *et al.*, 2008:123).

Beberapa hasil penelitian tentang tingginya kandungan Pb pada garam dan air laut di beberapa daerah di Jawa Timur serta besarnya potensi cemaran Pb di Selat Madura merupakan hal yang harus diperhatikan. Hal tersebut terkait dengan kualitas perairan Selat Madura sebagai bahan baku pembuatan garam di Pulau Madura. Informasi yang penulis peroleh dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Pamekasan pada tanggal 6 Oktober 2014, bahwa tidak ada pemeriksaan kandungan logam berat termasuk Pb pada produk garam yang dihasilkan.

Pulau Madura sebagai daerah penghasil garam terbesar di Indonesia merupakan sebuah pulau yang terdiri atas empat kabupaten yaitu paling barat adalah Kabupaten Bangkalan kemudian Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan dan yang paling timur adalah Kabupaten Sumenep. Berdasarkan letak geografisnya, Kabupaten Bangkalan merupakan kabupaten yang paling dekat dengan daerah-daerah industri seperti Surabaya, Gresik dan Pasuruan serta muara Sungai Porong. Sebaliknya, Kabupaten Sumenep merupakan kabupaten yang paling jauh dengan beberapa daerah tersebut. Perbedaan jarak lokasi dari daerah-daerah yang berpotensi menjadi sumber pencemaran Pb dimungkinkan akan mempengaruhi tingkat kadar Pb pada air laut di kedua kabupaten tersebut dimana air laut merupakan bahan baku dalam pembuatan garam. Berdasarkan beberapa uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kadar Pb pada garam dengan bahan baku dari air laut perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan yang merupakan kabupaten paling barat dan Kabupaten Sumenep yang merupakan kabupaten paling timur dari Pulau Madura.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Apakah terdapat perbedaan kadar Pb pada garam dengan bahan baku dari air laut perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan (kabupaten paling barat) dan Kabupaten Sumenep (kabupaten paling timur), Madura?”

1.2 Tujuan Penelitian

1.2.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan kadar Pb pada garam dengan bahan baku dari air laut perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep.

1.2.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Menggambarkan tahapan produksi garam di Kabupaten Bangkalan (Pra produksi; Proses produksi; dan Pasca produksi)
- 2) Menggambarkan tahapan produksi garam di Kabupaten Sumenep (Pra produksi; Proses produksi; dan Pasca produksi)
- 3) Mengukur kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan
- 4) Mengukur kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep
- 5) Menganalisis perbedaan kadar Pb pada garam dengan bahan baku dari air laut perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan yang merupakan kabupaten paling barat dan Kabupaten Sumenep yang merupakan kabupaten paling timur dari Pulau Madura.

1.3 Manfaat Penelitian

1.3.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam pengembangan khasanah ilmu kesehatan lingkungan terutama mengenai kadar Pb pada garam.

1.3.2 Manfaat Praktis

- 1) Bagi Peneliti
 - a. Sebagai sebuah pengalaman dan menambah wawasan dalam mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama proses belajar dalam perkuliahan.
 - b. Sebagai bahan ataupun rujukan untuk pelaksanaan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan logam berat pada garam.
- 2) Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
 - a. Menambah wawasan dan pengetahuan baru mengenai kualitas garam terkait dengan ada tidaknya cemaran Pb pada garam bagi civitas

akademika di lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

- b. Menambah referensi bagi civitas akademika di lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember jika akan melakukan penelitian yang terkait dengan kandungan Pb pada garam.

3) Bagi Petani / Pengusaha Garam

Memberikan informasi kepada para petani / pengusaha garam agar memperhatikan kualitas garam yang akan dipasarkan kepada konsumen sesuai SNI 3556:2010 tentang garam beryodium khususnya mengenai batas maksimum kadar Pb pada garam.

4) Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kualitas garam yang dihasilkan dari tambak garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep terkait kadar Pb pada garam.

5) Bagi Instansi Terkait

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan bagi instansi terkait seperti Dinas Kesehatan sebagai instansi yang mengawasi keamanan pangan serta Dinas Kelautan dan Perikanan sebagai instansi yang turut berperan dalam mengawasi kualitas air laut dan hasil laut termasuk garam.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Timbal (Pb)

Timbal pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat di dalam kerak bumi. Namun, timbal juga dapat berasal dari kegiatan manusia bahkan mampu mencapai jumlah 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami (Widowati *et al.*, 2008:109). Timbal adalah logam yang mendapat perhatian karena bersifat toksik melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air serta debu yang tercemar Pb. Intoksikasi Pb bisa terjadi melalui jalur oral, makanan, minuman, pernafasan, kontak lewat kulit, kontak lewat mata, serta lewat parenteral (Rahde, 1994 dalam Widowati *et al.*, 2008:110).

2.1.1 Pengertian, Penyebaran dan Sifat Pb

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada Tabel Periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2.

Penyebaran logam berat di bumi sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat di seluruh lapisan bumi hanyalah 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi. Jumlah ini sangat sedikit jika dibandingkan dengan jumlah kandungan logam berat lainnya yang ada di bumi. Di alam sendiri, terdapat 4 macam isotop timbal yaitu :

- Timbal-204 atau Pb^{204} , diperkirakan berjumlah sebesar 1,48% dari seluruh isotop timbal.
- Timbal-206 atau Pb^{206} , ditemukan dalam jumlah sebesar 23,60% dari seluruh isotop timbal yang terdapat di alam.
- Timbal-207 atau Pb^{207} , sebanyak 22,60% dari semua isotop timbal yang terdapat di alam.

- d. Timbal-208 atau Pb^{208} , ditemukan sebanyak 52,32% dari seluruh isotop timbal yang terdapat di alam.

Isotop-isotop tersebut merupakan hasil akhir dari peluruhan unsur-unsur radio aktif alam. Timbal-206 merupakan hasil akhir peluruhan dari unsur radio aktif *uranium* (U). timbal-207, berasal dari peluruhan unsur radio aktif *Actium* (Ac), dan timbal-208 adalah hasil akhir dari peluruhan unsur radio aktif *thorium* (Th).

Timbal terkonsentrasi dalam deposit seperti bijih logam melalui proses-proses geologi. Persenyawaan bijih logam timbal ditemukan dalam bentuk *galena* (PbS), *anglesit* (PbSO₄) dan dalam bentuk *minim* (Pb₃O₄). Boleh dikatakan bahwa timbal tidak pernah ditemukan dalam bentuk logam murninya.

Bijih-bijih logam timbal ini bergabung dengan logam-logam lain seperti perak (*argentums-Ag*), seng (*zincum-Zn*), arsen (*arsenicum-Ar*), logam stibi (*stibium-Sb*) dan dengan logam bismut (*bismuth-Bi*).

Logam timbal atau Pb mempunyai sifat-sifat yang khusus seperti berikut :

- Merupakan logam yang lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah.
- Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga logam timbal sering digunakan sebagai bahan *coating*.
- Mempunyai titik lebur rendah, hanya 327,5° C.
- Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri.
- Merupakan penghantar listrik yang tidak baik.

(Palar, 2004:74-75).

Pb memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Apabila dicampur dengan logam lain akan terbentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya. Pb adalah logam lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Timbal meleleh pada suhu 328° C (662° F); titik didih 1740° C (3164° F); dan memiliki gravitasi 11,34 dengan berat atom 207, 20 (Widowati *et al.*, 2008:109).

2.1.2 Pemanfaatan Pb

Unsur Pb digunakan dalam bidang industri modern sebagai bahan pembuatan pipa air yang tahan terhadap korosi. Pigmen Pb digunakan sebagai pembuatan cat, baterai, dan campuran bahan bakar bensin tetraetil (Herman dalam Widowati *et al.*, 2008:110).

Logam Pb dan persenyawaannya banyak digunakan dalam berbagai bidang. Dalam industri baterai, timbal digunakan sebagai *grid* yang merupakan alloy (suatu persenyawaan) dengan logam bismut (Pb-Bi) dengan perbandingan 93:7.

Timbal oksida (PbO_4) dan logam timbal dalam industri baterai digunakan sebagai bahan yang aktif dalam pengaliran arus elektron. Kemampuan timbal dalam membentuk alloy dengan banyak logam lain telah dimanfaatkan untuk meningkatkan sifat metalurgi dari logam ini dalam penerapan yang sangat luas. Alloy Pb yang mengandung 1% stibium (Sb), banyak digunakan sebagai bahan kabel telepon. Alloy Pb dengan 0,15% As, 0,1% Sn dan 0,1% Bi, banyak digunakan untuk kabel listrik. Di samping itu, bentuk-bentuk lain dari alloy Pb, juga banyak digunakan dalam konstruksi pabrik-pabrik kimia, kontainer dan alat-alat lainnya. Penggunaan alloy Pb ini lebih disebabkan oleh kemampuannya yang sangat tinggi untuk tidak mengalami korosi.

Kemampuan Pb untuk berikatan dengan atom N (nitrogen) untuk membentuk senyawa azida. Senyawa ini merupakan suatu jenis senyawa mempunyai kemampuan ledakan dengan pancaran energi yang besar. Karena itu, senyawa azida banyak digunakan sebagai detonator (bahan peledak). Persenyawaan Pb dengan Cr (*chromium*), Mo (*molybdenum*) dan Cl (*chlor*), digunakan secara luas sebagai pigment “chrom. Senyawa $PbCrO$ digunakan dalam industri cat untuk mendapatkan warna “timah putih”, sedangkan senyawa yang dibentuk dari Pb_3O_4 , digunakan untuk mendapatkan warna “timah merah”.

Senyawa silikat timbal (Pb-silikat) yang dibentuk dari intermediet Pb-asetat ($CH_3COO-Pb-OOCH_3$), digunakan secara luas sebagai salah satu bahan pengkilap keramik dan sekaligus berperan sebagai bahan tahan api. Persenyawaan yang terbentuk antara Pb dengan arsenat dapat digunakan sebagai insektisida. Penggunaan yang relatif baru dalam logam timbal ini adalah dalam peningkatan

sifat magnetik dari keramik barium-ferrit. Kombinasi Pb dengan Te (tellurium) digunakan sebagai komponen aktif pembangkit listrik tenaga panas.

Dalam perkembangan industri kimia, dikenal pula additif yang dapat ditambahkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor. Persenyawaan yang dibentuk dari logam Pb sebagai aditif ini ada dua jenis, yaitu $(\text{CH}_3)_4\text{-Pb}$ (tetrametil-Pb) dan $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{-Pb}$ (tetraetil-Pb) (Palar, 2004:76-77).

2.1.3 Pb di Air

Logam Pb dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hembusan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan.

Logam Pb yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia ada bermacam bentuk, di antaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dan pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Buangan-buangan tersebut akan jatuh pada jalur-jalur perairan seperti anak-anak sungai untuk kemudian akan dibawa terus menuju lautan. Umumnya jalur buangan dari bahan sisa perindustrian yang menggunakan Pb akan merusak tata lingkungan perairan yang dimasukinya (menjadikan sungai dan alurnya tercemar).

Senyawa Pb yang ada dalam badan perairan dapat ditemukan dalam bentuk *ion-ion divalent* atau *ion-ion tetravalent* (Pb^{2+} , Pb^{4+}). Ion Pb divalent (Pb^{2+}) digolongkan ke dalam kelompok ion logam kelas antara, sedangkan ion Pb tetravalent (Pb^{4+}) digolongkan pada kelompok ion logam kelas B. Pengelompokan ion logam ini dibuat oleh Richardson. Bila didasarkan pada pengelompokan ion-ion logam Richardson itu, ion Pb tetravalent mempunyai daya racun yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan ion Pb divalent. Akan tetapi beberapa penelitian

menunjukkan bahwa ion Pb divalent lebih berbahaya dibandingkan dengan ion Pb tetravalent (Palar, 2004:80-81)

Kelarutan dari unsur-unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh pH badan air; jenis dan konsentrasi logam dan khelat; serta keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks (Leckie dan James, 1974 dalam Palar, 2004:32). Menurut Karimah *et al.*, (2003) dalam Widowati *et al.*, (2008:117), fluktuasi kadar logam berat Pb dipengaruhi oleh pasang surut air laut, interaksi logam Pb dengan senyawa kimia lain, adukan turbulensi dan arus laut, serta lingkungan dan musim yang tidak menentu.

2.1.3.1 Sumber Logam di Hidrosfer

Logam memasuki hidrosfer dari beragam sumber, secara alami atau disebabkan oleh manusia. Pada skala waktu geologi sumber alami seperti kerusakan secara kimiawi dan kegiatan gunung berapi merupakan mekanisme pelepasan yang terbesar yang bertanggung jawab terhadap susunan kimiawi pada ekosistem laut dan air tawar.

a. Sumber Alamiah

Menurut Bryan (1976) dalam Miller dan Connell (2006:344), masukan ke dalam lingkungan laut secara alamiah dapat digolongkan sebagai :

- 1) Pasokan dari daerah pantai yang meliputi masukan dari sungai-sungai dan erosi yang disebabkan oleh gerakan gelombang dan gletser.
- 2) Pasokan dari laut dalam yang meliputi logam-logam yang dilepaskan gunung berapi di laut dalam dan dari partikel atau endapan oleh adanya proses kimiawi.
- 3) Pasokan yang melampaui lingkungan dekat pantai dan meliputi logam yang diangkut ke dalam atmosfer sebagai partikel-partikel debu atau sebagai aerosol dan juga bahan yang dihasilkan oleh erosi gletser di daerah kutub dan diangkut oleh es-es yang mengambang.

b. Sumber Non Alamiah

Kegiatan manusia juga merupakan suatu sumber utama pemasukan logam ke dalam lingkungan perairan. Masukan logam berasal dari buangan langsung berbagai jenis limbah yang terancu, gangguan pada cekungan-cekungan pengairan, presipitasi dan jatuhnya dari atmosfer. Beberapa masukan menurut Wittmann (1979) dalam Miller dan Connell (2006:345-348), adalah sebagai berikut :

1) Kegiatan pertambangan

Kegiatan proses pengambilan bijih, peleburan dan penyulingan minyak dapat menyebabkan hamburan dan penimbunan sejumlah besar logam runtuhan seperti Pb, Zn, Cu, As dan Ag ke dalam saluran pembuangan disekelilingnya atau pengeluaran langsung ke dalam lingkungan perairan.

2) Cairan limbah rumah tangga

Jumlah logam runtuhan yang cukup besar disumbangkan ke dalam cairan limbah rumah tangga oleh sampah-sampah metabolik, korosi pipa-pipa air (Cu, Pb, Zn dan Cd) dan produk-produk konsumen. Perlakuan air limbah dengan proses lumpur yang diaktifkan pada umumnya menghilangkan kurang dari 50% cairan buangan logam-logam yang menghasilkan cairan limbah dengan kandungan logam jarang yang nyata. Pembuangan sampah lumpur dapat juga menyumbangkan pengkayaan logam (Cu, Pb, Zn, Cd dan Ag) ke dalam air penerima (Williams *et al.*, dalam Miller dan Connell, 2006:346).

3) Limbah dan buangan industri

Beberapa logam runtuhan dibuang ke dalam lingkungan perairan melalui cairan limbah industri, demikian juga dengan penimbunan dan pencucian lumpur industri. Menurut Wittmann dalam Miller dan Connell (2006:348), emisi logam dari pembakaran bahan bakar fosil juga merupakan sumber utama perancu logam di udara yang ada di dalam air alamiah dan daerah aliran sungai. Sebagai

tambahan, pembakaran bahan bakar yang mengandung timah hitam secara nyata memberikan sumbangan pada timbunan timah hitam perkotaan.

4) Aliran pertanian

Tanah-tanah pertanian dapat menjadi kaya akan logam runtuhan dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan, pupuk fosfat, herbisida dan fungisida tertentu, serta melalui pemakaian cairan limbah atau lumpur sebagai sumber makanan tanaman.

2.1.4 Pb di Udara

Jumlah Pb di udara mengalami peningkatan yang sangat drastis sejak dimulainya revolusi industri di Benua Eropa. Asap yang berasal dari cerobong pabrik sampai pada knalpot kendaraan telah melepaskan Pb ke udara. Hal ini berlangsung terus-menerus sepanjang hari, sehingga kandungan Pb di udara naik secara sangat mencolok. Kenyataan ini secara dramatis dibuktikan dengan suatu hasil penelitian terhadap kandungan Pb yang terdapat pada lapisan es di Greenland pada tahun 1969 (Palar, 2004:78). Jumlah Pb di udara dipengaruhi oleh volume atau kepadatan lalu lintas, jarak dari jalan raya dan daerah industri, percepatan mesin dan arah angin (Siregar, 2005).

Emisi Pb ke udara dapat berupa gas atau partikel sebagai hasil samping pembakaran yang kurang sempurna dalam mesin kendaraan bermotor. Semakin kurang sempurna proses pembakaran dalam mesin kendaraan bermotor, maka semakin banyak jumlah Pb yang akan diemisikan ke udara (Gusnita, 2012). Pb yang merupakan hasil samping dari pembakaran ini berasal dari senyawa tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb yang selalu ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor dan berfungsi sebagai anti ketuk (*anti-knock*) pada mesin-mesin kendaraan. Di samping itu, dalam bahan bakar kendaraan bermotor biasanya ditambahkan pula bahan *scavenger*, yaitu etilendibromida ($C_2H_4Br_2$) dan etilendiklorida ($C_2H_4Cl_2$). Senyawa ini dapat mengikat residu Pb yang dihasilkan setelah pembakaran, sehingga di dalam gas buangan terdapat senyawa Pb dengan halogen. Sumber-sumber lain yang menyebabkan Pb dapat masuk ke udara ada

bermacam-macam. Di antara sumber alternatif ini yang tergolong besar adalah pembakaran batu bara, asap dari pabrik-pabrik yang mengolah senyawa alkil-Pb, Pb-oksida, peleburan bijih Pb dan transfer bahan bakar kendaraan bermotor, karena senyawa alkil-Pb yang terdapat dalam bahan bakar tersebut dengan sangat mudah menguap (Palar, 2004:80).

2.1.5 Pb di Tanah

Tanah dan sedimen berperan dalam pengangkutan dan penghilangan pencemar lingkungan dengan menyediakan permukaan penyerapan, bertindak sebagai sistem penyangga, dan sebagai pencuci pencemar. Proses pengangkutan paling menonjol yang berhubungan dengan tanah dan sedimen adalah penyerapan (adsorpsi) dan pencucian (Connell dan Miller, 2006:29). Menurut Alloway (1995) dalam Riadi (2014), sumber alami logam berat dalam tanah berasal dari bahan induk pembentuk tanah. Sumber antropogenik logam berat dalam tanah dan lingkungan meliputi pertambangan dan peleburan mineral logam; bahan pertanian dan hortikultura; lumpur limbah; pembakaran bahan bakar fosil; industri logam (manufaktur, penggunaan dan pembuangan limbah komoditas berbahan logam); elektronika (manufaktur, penggunaan dan pembuangan limbah komoditas elektronika); industri kimia dan manufaktur lainnya; serta pembuangan limbah.

Hasil penelitian Bariah (2014), menunjukkan kadar Pb dalam tanah di kawasan peleburan aki Bugangan Baru, Semarang, memiliki rata-rata 33,882 mg/kg. Perlakuan pemberian pupuk organik berpengaruh nyata terhadap residu Pb dalam jaringan daun tanaman dan dalam tanah (Hayati, 2010). Hasil penelitian Karyadi *et al.*, (2011), menunjukkan bahwa dari 7 (tujuh) macam pestisida yang digunakan para petani mengandung logam berat Pb dan dalam satu musim tanam dapat menyumbang Pb dalam tanah sebanyak 2991,26 mg/Ha. Ada tambahan logam berat Pb yang merupakan selisih antara sebelum tanam dan sesudah panen sebesar 43,071 mg/Ha.

2.2 Pulau Madura

Secara geografis, Pulau Madura terletak di Provinsi Jawa Timur, tepatnya di sebelah timur laut Jawa Timur dan berhadapan dengan Kota Surabaya. Luas Pulau Madura kurang lebih 5.168 km². Secara administratif, pulau ini dibagi menjadi 4 (empat) kabupaten yang berturut-turut dari arah barat ke timur meliputi Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan dan yang paling ujung timur Kabupaten Sumenep.

Pulau ini terkenal dengan Pulau Garam karena produksi garam yang dihasilkan mensuplai sepertiga dari produksi nasional. Luas lahan tambak garam cukup luas yang tersebar di Kabupaten Bangkalan di sebelah barat sampai Kabupaten Sumenep di bagian timur Pulau Madura. Sebagian besar lokasi tambak garam terletak di bagian selatan yang memiliki topografi relatif landai (Suhelmi *et al.*, 2013:15).

2.3 Selat Madura

Selat Madura adalah daerah transportasi laut terbesar kedua di Indonesia. Selain transportasi laut, juga terdapat kapal berbendera asing yang transit di Selat Madura sehingga menyebabkan polusi udara yang tinggi berdampak terhadap makhluk hidup dan lingkungan sekitar (Setyawan, 2012). Garam di Pulau Madura sangat bergantung pada kualitas air laut perairan Selat Madura sebagai bahan baku garam. Kondisi perairan Selat Madura cenderung berubah akibat perubahan iklim, menumpuknya berbagai polutan, bahkan konsekuensi dari buangan lumpur Lapindo. Hal tersebut berpengaruh besar terhadap kualitas air laut perairan Selat Madura sebagai bahan baku utama produksi garam di Pulau Madura (Prihatno, 2013).

2.3.1 Dinamika Perairan Selat Madura

Perairan Selat Madura mempunyai pola aliran permukaan yang tidak konsisten dimana kecepatan arus permukaan bervariasi antara 0,013-0,77 m/detik.

Pada musim Barat hingga peralihan I (Desember-Mei) arus permukaan ini bergerak dari barat ke timur namun sebaliknya, pada musim Timur hingga peralihan II (Juni-November) arus permukaan cenderung bergerak dari timur ke barat. Pada kolom air bagian tengah dan dasar perairan, kecepatan arus sangat kecil, berkisar antara 0,076-0,10 m/detik. Kondisi ini dimungkinkan karena bathimetri antara Selat Madura bagian timur dengan bagian barat memiliki perbedaan kedalaman cukup signifikan sehingga pergerakan arus tengah dan dasar perairan banyak mengalami refleksitas dan peredaman. Salinitas di perairan Selat Madura cukup bervariasi pada tiap area dan kedalaman. Pada Bulan Maret hingga Mei, salinitas perairan Selat Madura bervariasi dari 29,5-32,5%. Salinitas tertinggi dengan nilai 31,5% tercatat ada pada area perairan depan Sumenep dan Pamekasan sedangkan pada kolom airnya, salinitas tertinggi terdapat pada kedalaman lebih dari 40 meter dengan nilai 32,5%. Selanjutnya memasuki Bulan September hingga November nilai salinitas perairan Selat Madura makin bertambah tinggi yaitu antara 32,80-35%.

Pada musim Barat, massa air dari Laut Jawa yang bergerak melalui Selat Surabaya lebih dominan memberikan tekanan pada perairan Selat Madura, sedangkan pada musim Timur, massa air dari Laut Flores serta tekanan dari Samudra Hindia yang melewati Selat Bali, lebih dominan memberikan tekanan pada perairan Selat Madura di semua kedalaman. Pertemuan arus permukaan antara massa air dari Laut Jawa dan Laut Flores terjadi di sekitar perairan Sampang dan Pamekasan, sehingga kondisi ini sering menimbulkan turbulensi dan gelombang tinggi. Adapun pergerakan arus dasar perairan Selat Madura lebih dominan dari timur ke barat dengan pergerakan lamban akibat kontur dasar perairan bagian barat cenderung dangkal. Kondisi salinitas tinggi terjadi pada musim timur dengan distribusi unsur mineral pada musim timur lebih kaya/tinggi ditemukan di perairan Pamekasan yang banyak dipengaruhi oleh pertemuan arus, pengaruh angin dan pasang surut (Prihatno *et al.*, 2013).

2.4 Garam

2.4.1 Definisi Garam

Garam atau lebih dikenal dengan nama garam meja, termasuk dalam kelas mineral halida atau dikenal dengan nama halite, dengan komposisi kimia sebagai Natrium Klorida (NaCl) terdiri atas 39,3% Natrium (Na) dan 60,7% Klorin (Cl). Garam ini, umumnya berada bersama gypsum dan boraks, sehingga akan terendapkan setelah gypsum terendapkan pada proses penguapan air laut. Nama halite berasal dari Greek “hals meaning salt” (Kerry Magruder, Guidelines for Rock Collection dalam Adi *et al.*, 2006:1). Beberapa sifat garam atau Natrium Klorida yaitu bisa berbentuk kristal atau bubuk putih dengan sistem isomerik berbentuk kubus, bobot molekul 58,45 g/mol, larut dalam air (35,6 g/100 g pada 0°C dan 39,2 g/100 g pada 100°C). Dapat larut dalam alkohol, tetapi tidak larut dalam asam Klorida pekat, mencair pada suhu 801°C, dan menguap pada suhu diatas titik didihnya (1413°C). Hardness 2,5 skala MHO, bobot jenis 2,165 g/cm³, tidak berbau, tidak mudah terbakar dan toksisitas rendah, serta mempunyai sifat higroskopik sehingga mampu menyerap air dari atmosfer pada kelembaban 75% (Chemical Index, 1993 dalam Adi *et al.*, 2006:1).

Garam alami selalu mengandung senyawa Magnesium Klorida, Magnesium Sulfat, Magnesium Bromida, dan senyawa runtu lainnya, sehingga warna garam selain merupakan Kristal transparan juga bisa berwarna kuning, merah, biru atau ungu. Garam banyak dimanfaatkan dalam berbagai macam industri dan diestimasi sekitar 14.000 produk menggunakan garam sebagai bahan tambahan (The Salt Manufacturer's Association, United Kingdom dalam Adi *et al.*, 2006:2).

2.4.2 Jenis Garam

Berdasarkan pemanfaatannya garam dikelompokkan atas dua kelompok yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi berdasarkan SNI kandungan NaCl-nya minimal 94,7%, Sulfat, Magnesium dan Kalsium maksimum 2%, dan kotoran lainnya (lumpur dan pasir) maksimum 1% atas dasar

persen berat kering (dry basis), serta kadar air maksimal 7%. Sumber garam antara lain dari air laut, air danau asin, deposit dalam tanah/tambang dan dari sumber air garam. Kualitas garam dapat diklasifikasikan berdasarkan kandungan NaCl dan kandungan airnya. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dapat dibedakan 3 (tiga) kualitas garam, yang dapat dilihat pada Tabel (Adi *et al.*, 2006:4).

Tabel 2.1 Kualitas Garam Berdasarkan Kandungan NaCl

No.	Substance	Ks
Kualitas I	NaCl > 98%	Kandungan Air Maksimum 4%
Kualitas II	94,4% < NaCl < 98%	Kandungan Air Maksimum 5%
Kualitas III	NaCl < 94%	Kandungan Air > 5%

Sumber : PT. Garam (2000) dalam Adi *et al.*, (2006:4)

2.4.3 Manfaat Garam

Garam adalah salah satu komoditas strategis, selain sebagai kebutuhan konsumsi juga merupakan bahan baku industri kimia seperti soda api, soda abu sodium sulfat dan lain-lain (Adi *et al.*, 2006:1). Garam jelas berperan penting dalam berbagai bidang kehidupan manusia. Sebut saja mulai dari garam untuk konsumsi, kesehatan ikan di akuarium, bahkan sebagai bahan larutan dalam pengeboran minyak. Oleh karena itu, garam tidak pernah lepas dari kehidupan manusia. Untuk lebih memudahkan dalam penggambaran manfaat garam dalam berbagai bidang kehidupan manusia, uraian berikut ini menggambarkan manfaat garam yang dikelompokkan dalam berbagai bidang kehidupan manusia.

Garam bila dikonsumsi sesuai dengan kebutuhan, maka ia akan sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia. Sebaliknya, bila dikonsumsi secara berlebihan, maka ia akan membahayakan tubuh manusia itu sendiri. Garam terbukti menjadi sangat penting manfaatnya untuk menyeimbangkan tingkat keasaman gula yang ada dalam tubuh manusia, terlebih manfaatnya bagi mereka

yang memiliki penyakit diabetes. Kemudian bagi kesehatan jantung, mengkonsumsi garam dalam jumlah yang cukup dan tidak berlebihan dapat membantu menstabilkan detak jantung yang tak teratur. Garam juga mampu membantu mengeluarkan kelebihan asam dari sel tubuh. Pada konteks ini garam menjadi sangat penting dan sangat dibutuhkan oleh sel pada otak manusia. Garam pada sisi lain juga bisa membantu menyerap partikel makanan di usus ketika mereka melewati saluran pencemaran. Tegasnya, masih banyak manfaat lain dari garam, dalam konteks kesehatan tubuh manusia. Namun, mengkonsumsi garam yang berlebih juga dapat menyebabkan hipertensi.

Selain bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia (dengan cara mengkonsumsi), garam juga sangat bermanfaat bagi kesehatan kulit dan perawatan kecantikan. Garam dapat dijadikan sebagai campuran untuk mandi. Garam mandi dapat membantu menghaluskan kulit (*cleansing*) dan memacu pertumbuhan sel kulit sekaligus meremajakannya (*rejuvenating*). Garam juga terbukti mengandung *exfoliant* alami yang apabila dimanfaatkan untuk *scrub* dapat menghaluskan kulit. Garam bahkan dapat dimanfaatkan untuk masker wajah. Pada sisi ini, garam bermanfaat mengurangi peradangan kulit, menyeimbangkan kadar minyak, dan mempercepat penyembuhan kulit dari jerawat. Garam juga dimanfaatkan sebagai *deodorant* yang berfungsi membunuh bakteri penyebab bau pada tubuh manusia. Pasta gigi yang terbuat dari garam pun terbukti lebih baik ketimbang jenis pasta gigi lain, karena bersifat antibakteri. Sebagai obat kumur, garam juga dapat bermanfaat menghilangkan rasa sakit pada tenggorokan. Obat kumur garam tidak mengandung bahan kimia jahat dan cukup efektif untuk membunuh bakteri pada mulut. Sifat antimikroba dalam garam menjadikannya sebagai salah satu pengobatan yang efektif untuk luka kulit dan membersihkan luka dari kuman bakteri dan mempercepat proses penyembuhan.

Garam mengandung bermacam mineral yang berfungsi sebagai penyubur tanah. Bahkan pada kondisi dimana pupuk kimia langka dan mahal, garam secara langsung bermanfaat sebagai pupuk. Ini terbukti pada petani cengkeh di Minahasa yang memanfaatkan garam secara langsung sebagai pupuk. Garam dapat diolah sebagai pupuk cair dengan kandungan unsur kalium yang dapat dimanfaatkan

untuk perkebunan dan pertanian. Dalam bidang peternakan, garam digunakan sebagai mineral tambahan yang berfungsi untuk kesehatan hewan ternak. Untuk menjaga kesehatan ikan hias, digunakan garam ikan. Perbedaan utama antara garam ikan dengan garam dapur atau garam meja adalah pada kemurniannya. Garam ikan hanya mengandung NaCl saja karena kehadiran bahan lain pada garam ini dikhawatirkan berdampak buruk terhadap ikan.

Pada eksplorasi minyak bumi dan gas, garam juga sangat bermanfaat. Pada industri ini, garam digunakan sebagai media lumpur pemboran (*Drilling Fluid, Drilling Mud*). Jenis lumpur pemboran yang digunakan berbeda-beda sesuai dengan litologi dan stratigrafi. Salah satu sistem lumpur yang digunakan adalah sistem lumpur garam yang mengandalkan larutan garam (NaCl, KCl). Ini menjadi sangat penting guna mengurangi pembasahan farmasi oleh air. Lumpur pemboran merupakan salah satu sarana penting dalam operasi pemboran sumur-sumur minyak dan gas bumi untuk mencapai target yang direncanakan. Lumpur pemboran merupakan larutan (*suspense*) berbagai bahan kimia dan mineral di dalam air atau minyak dengan komposisi tertentu.

Garam memang banyak dibutuhkan untuk kebutuhan bidang industri. Garam industri merupakan salah satu jenis garam yang sangat diperlukan untuk kebutuhan industri. Industri yang memanfaatkan garam tidak hanya dalam bidang industri pangan, namun juga industri chlor alkali, penyamakan kulit, bahkan industri farmasi. Sebagai kebutuhan industri, dipersyaratkan kualitas garam yang baik dengan kadar NaCl di atas 97,5%. Pemanfaatan garam untuk industri farmasi antara lain digunakan sebagai cairan infuse dan cairan dialisat. cairan infuse NaCl adalah campuran *aquabidest* dan garam grade farmasetis yang berguna untuk memasok nutrisi dan mineral bagi pasien yang dirawat di rumah sakit. Cairan dialisat merupakan cairan yang pekat dengan bahan utama elektrolit (antara lain garam NaCl) dan glukosa grade farmasi yang membantu dalam proses cuci darah bagi penderita gagal ginjal.

Selain untuk berbagai kebutuhan sebagaimana diuraikan di atas, salah satu manfaat garam yang lain adalah untuk melelehkan salju di jalan pada daerah yang memiliki empat musim. Pada musim dingin, garam digunakan untuk mencairkan

salju pada jalan bebas hambatan. Cara ini merupakan salah satu metode yang ramah lingkungan dan tidak berdampak buruk terhadap lingkungan (Suhelmi *et al.*, 2013:13).

2.4.4 Proses Pembuatan Garam

Salah satu proses pembuatan garam yang dibahas dalam Suhelmi *et al.*, (2013:2) adalah pembuatan garam dari air laut dengan metode penguapan atau evaporasi memanfaatkan energi matahari dan angin. Sistem ini diterapkan pada pembuatan garam tradisional di sepanjang pantai Pulau Madura. Garam rakyat tradisional di pulau ini umumnya dibuat dengan cara menimba air laut, kemudian dimasukkan ke dalam ladang penguapan sehingga langsung dihasilkan kristal garam.

Keberhasilan pembuatan garam dengan sistem atau metode ini sangat ditentukan oleh kualitas air laut sebagai bahan baku utama. Tanah atau lahan sebagai tempat penampungan air laut yang diuapkan harus memenuhi unsur komposisi dan struktur tanah yang tidak mudah meresapkan air. Faktor penentu lain adalah iklim yang dikaitkan dengan penyinaran matahari dan angin. Keduanya sangat berpengaruh pada proses penguapan garam.

Proses pembuatan garam dari air laut dengan metode penguapan pada prinsipnya dilakukan dengan penjemuran air laut pada petak-petak lahan garam. Proses ini penting guna meningkatkan kepekatan air laut melalui penguapan. Ukuran kepekatan dalam konteks ini, dikenal dengan istilah satuan °Be (*Baume*). Kandungan air laut dengan salinitas 35 per mil, ditaksir setara dengan 3,5°Be.

Pemindahan air laut ke lahan petak garam biasa dilakukan dengan mengandalkan tenaga pasang surut atau menggunakan pompa air yang dialirkan melalui saluran air sebelum ditampung pada petak lahan. Proses pemekatan air atau sering juga dikenal sebagai menuakan air dimulai di petak-petak ini. Proses penuaan air dipahami sebagai proses peminihan. Selanjutnya setelah kepekatan air mencapai 29°Be, maka air tua siap untuk memasuki proses kristalisasi. Proses

akhir akan menghasilkan kristal yang disebut sebagai garam “krosok” (Suhelmi *et al.*, 2013:5).

Teknologi pembuatan garam yang umum dilakukan adalah dengan metode penguapan air laut/evaporasi dengan tenaga surya. Cara lain adalah dengan metode penguapan air laut/brine/air garam dengan bahan bakar, elektrodialisis (ion exchange membrane) dan dengan metode penambangan garam dari batuan garam (*rock salt*). Prinsip dasar dari proses pembuatan garam yang dilakukan adalah menghasilkan garam yang berkualitas lebih baik. Menurut Adi *et al.*, (2006:13) beberapa tahapan pembuatan garam dari penguapan air laut adalah sebagai berikut

a. Pembuatan konstruksi tambak garam

Ada dua macam konstruksi penggaraman di yang dipakai di Indonesia :

- 1) Konstruksi tangga (*getrapte*), yaitu konstruksi yang terancang khusus dan teratur dimana suatu petak penggaraman merupakan suatu unit penggaraman yang komplit, terdiri dari peminihan-peminihan dan meja-meja garam dengan konstruksi tangga sehingga aliran air berjalan secara alamiah (gravitasi).
- 2) Konstruksi kompleks meja (*table complex*), yaitu konstruksi penggaraman dimana suatu kompleks (kelompok-kelompok) penggaraman yang luas yang letaknya tidak teratur (alamiah) dijadikan suatu kelompok peminihan secara kolektif, yang kemudian air pekat (air tua) yang dihasilkan dialirkan ke suatu meja untuk kristalisasi.

Konstruksi tambak garam dan *Artemia* lebih baik menggunakan konstruksi tangga dengan memanfaatkan adanya aliran air berjalan secara alamiah (gravitasi) dikarenakan biaya lebih murah dengan tidak memerlukan pompa lagi dalam memindahkan air laut.

b. Penampungan air laut

Setelah melakukan pembuatan konstruksi tambak dilakukan pengeringan petak penampungan, peminihan serta meja kristalisasi untuk mendapatkan garam

yang berkualitas baik, terhindar dari tercampurnya lumpur di dasar kolam dengan air tua bakal garam. Tahapan pembuatan garam bermutu dimulai dengan penampungan air laut dimana diharapkan air laut yang masuk adalah air laut yang berkualitas, bebas dari limbah dan jauh dari muara sungai. Jarak dengan laut kurang dari 10 km untuk menghindari terjadinya pengkristalan air laut dari tepi pantai ke lokasi penggaraman

Pada bak penampungan diharapkan salinitas sudah lebih dari 35 ppt ($3,5^{\circ}\text{Be}$), di bak ini diharapkan terjadi pengendapan partikel lumpur yang ada dalam air laut sekaligus terjadi evaporasi sehingga terjadi kenaikan salinitas berkisar antara 50 ppt (5°Be)-100 ppt (10°Be) yang kemudian dipindahkan ke kolam peminihan I. Di dalam bak penampungan ini, pekerjaan Kesap Guluk (G/K) pertama dilakukan setelah air meja mencapai salinitas 40 ppt-60 ppt (4°Be - 6°Be).

c. Peminihan

Air laut yang keluar dari bak penmpungan diharapkan bersalinitas lebih dari 50 ppt (5°Be) untuk dimasukkan ke dalam kolam peminihan I. dalam bak ini diharapkan terjadi pengendapan partikel lumpur kembali serta sebagian senyawa Magnesium, Kalsium, dan Sulfat. Pada peminihan I ini diharapkan kenaikan salinitas mencapai 150 ppt (15°Be) kemudian air disalurkan pada bak peminihan II. Dalam peminihan II ini, pengendapan juga terjadi sehingga air laut (brine) yang akan masuk ke dalam kolam kristalisasi I sudah tinggi dengan senyawa NaCl yang akan menjadi garam. Pada kolam kristalisasi II dimana salinitas sudah mencapai > 150 ppt (15°Be) dilakukan pekerjaan Kesap Guluk II (K/G II) yang dilakukan setelah air meja mencapai salinitas 180 ppt-220 ppt (18°Be - 22°Be) dan meja/kolam di atasnya dilakukan Kesap Guluk II (K/G II) dengan perlakuan yang sama.

d. Kristalisasi

Air laut yang diasumsikan sudah mengandung NaCl pekat dari bak peminihan II dengan salinitas mencapai 250 ppt (25°Be) masuk ke dalam kolam

kristalisasi atau meja garam. Pada kolam ini diharapkan NaCl yang terkandung dalam air laut sebesar >98%.

Pada kolam kristalisasi atau meja garam I ini diharapkan salinitas naik menjadi 280 ppt (28 ° Be), baru air dikirim masuk ke meja kristal/garam II. Kolam kristalisasi II atau meja garam II NaCl yang terendapkan >72% dan air yang masih ada dikenal sebagai air bittern. Proses kristalisasi perlu diperhatikan pemeliharaan meja garam dan dilakukan aflak (perataan permukaan dasar garam).

e. Perawatan dan pemantauan

Selama proses penggaraman diharapkan selalu ada pemantauan dan perawatan dari lokasi penggaraman baik pemantauan dari masuknya debit air laut ke dalam kolam penampungan, kenaikan salinitas pada tiap-tiap kolam penggaraman juga terhadap tanaman serta hewan pengganggu di areal tambak. Semua itu harus dipantau setiap hari agar tidak mengganggu proses penggaraman.

f. Panen

Pemanenan dilakukan dengan cara pungutan garam. Pemanenan dilakukan jika umur kristal sudah 10 hari dengan pengaisan garam dilakukan hati-hati serta ketebalan air meja 3-5 cm. Cara ini meliputi jadwal pungutan yang rutin, umur kristalisasi garam 10 hari dan jadwal pengerjaan tanah meja (pengerasan dan pengeringan). Demikian pula kemungkinan dibuatkan alas meja dan kristal garam yang dikeraskan, makin keras alas meja makin baik. Pengangkutan garam dari meja ke timbunan membentuk profil (ditiriskan) kemudian diangkut ke gudang atau siap untuk proses pencucian. Pungutan garam sendiri ada dua sistem, yaitu :

- 1) Sistem Portugis, yaitu pungutan garam di atas lantai garam yang terbuat dari kristal garam yang dibuat sebelumnya selama 30 hari, berikut setiap 10 hari dipungut.
- 2) Sistem Maduris, yaitu pungutan garam yang dilakukan di atas lantai tanah selama sekitar 10-15 hari garam diambil di atas dasar tanah.

2.4.5 Faktor-faktor Teknis yang Mempengaruhi Kualitas garam

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (tanpa tahun), faktor-faktor teknis yang mempengaruhi produksi garam adalah sebagai berikut :

a. Air Laut

Mutu air laut (terutama dari segi kadar garamnya termasuk kontaminasi dengan air sungai), sangat mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk pemekatan (penguapan). Menurut Adi *et al.*, (2006:15), air laut sebagai air baku dalam pembuatan garam harus memenuhi persyaratan :

- 1) Kadar garam tinggi dan tidak tercampur aliran air dari muara sungai yang tawar
- 2) Jernih dan tidak tercampur dengan lumpur maupun sampah
- 3) Pada saat air laut pasang, mudah mengalir ke saluran dan petak penampungan sehingga tidak sulit untuk dipompa ke areal ladang garam
- 4) Kondisi pasang surut dan salinitas air laut. Diperlukan kondisi dengan beda pasang maksimum dan surut minimum sekecil mungkin dan salinitas air laut sebagai bahan baku garam antara 25-35 ppm.

b. Keadaan Cuaca

Panjang kemarau berpengaruh langsung terhadap pembuatan garam dengan memanfaatkan sinar matahari. Curah hujan dan pola hujan distribusinya dalam setahun rata-rata merupakan indikator yang berkaitan erat dengan panjang kemarau yang kesemuanya mempengaruhi daya penguapan air laut. Kecepatan angin, kelembapan udara dan suhu udara sangat mempengaruhi kecepatan penguapan air dimana semakin besar penguapan maka semakin besar jumlah kristal garam yang mengendap.

c. Tanah

Sifat porositas tanah mempengaruhi kecepatan perembesan (kebocoran) air laut ke dalam tanah yang di peminihan ataupun di meja kristalisasi. Apabila kecepatan perembesan ini lebih besar daripada kecepatan pengupannya, apalagi

apabila terjadi hujan selama pembuatan garam, maka garam tidak akan dihasilkan. Jenis tanah mempengaruhi pula warna dan ketidakmurnian (*impurity*) yang terbawa oleh garam yang dihasilkan.

d. Pengaruh Air

Pengaturan aliran dan tebal air dari peminihan satu ke berikutnya dalam kaitannya dengan faktor-faktor arah kecepatan angin dan kelembaban udara merupakan gabungan proses pengupan air (koefisien pemindahan massa). Kadar/kepekatan air tua yang masuk ke meja kristalisasi akan mempengaruhi mutu hasil garam. pada kristalisasi garam konsentrasi air garam harus antara 25-29° Be. Apabila konsentrasi air tua belum mencapai 25° Be maka gips (Kalsium Sulfat) akan banyak mengendap, apabila konsentrasi air tua lebih dari 29° Be, Magnesium akan lebih banyak mengendap.

e. Cara Pungutan Garam

Segi ini meliputi jadwal pungutan, umur kristalisasi garam dan jadwal pengejaan tanah meja (pengerasan dan pengeringan). Demikian pula kemungkinan dibuatkan alas meja dari kristal garam yang dikeraskan, semakin keras alas meja maka akan semakin baik. Pungutan garam ada 2 sistem, yaitu :

1) Sistem Portugis

Pungutan garam di atas lantai garam, yang terbuat dari Kristal garam yang dibuat sebelumnya selama 30 hari, berikut tiap 10 hari dipungut.

2) Sistem Maduris

Pungutan garam yang dilakukan di atas lantai tanah, selama antara 10 – 15 hari garam diambil di atas dasar tanah.

f. Air Bittern

Air bittern adalah sisa kristalisasi yang sudah banyak mengandung garam-garam magnesium (pahit). Air ini sebaiknya dibuang untuk mengurangi kadar Mg dalam hasil garam, meskipun masih dapat menghasilkan Kristal NaCl. Sebaiknya

kristalisasi garam dimeja terjadi antara 25° – 29° Be, sisa bittern $\geq 29^{\circ}$ Be dibuang.

2.4.6 Syarat Mutu Garam

Syarat mutu garam konsumsi beryodium diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 3556:2010 yang merupakan revisi dari SNI 01-3556-2000 tentang Garam Konsumsi Beryodium. Berikut adalah beberapa kriteria syarat mutu garam konsumsi beryodium :

Tabel 2.2 Syarat Mutu Garam

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar air (H ₂ O) (b/b)	%	maks. 7
2.	Kadar NaCl (natrium klorida) dihitung dari jumlah klorida (Cl ⁻) (b/b) adbk	%	min 94
3.	Bagian yang tidak larut dalam air (b/b) adbk	%	maks. 0,5
4.	Yodium dihitung sebagai kalium iodat (KIO ₃) adbk	mg/kg	min. 30
5.	Cemaran logam :		
	a. Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,5
	b. Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 10,0
	c. Raksa (Hg)	mg/kg	maks 0,1
6.	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks 0,1

CATATAN 1 **b/b adalah bobot/bobot**

CATATAN 2 **adbk adalah atas dasar bahan kering**

Sumber : SNI 3556 tahun 2010 tentang garam beryodium

2.5 Efek Pb Terhadap Kesehatan

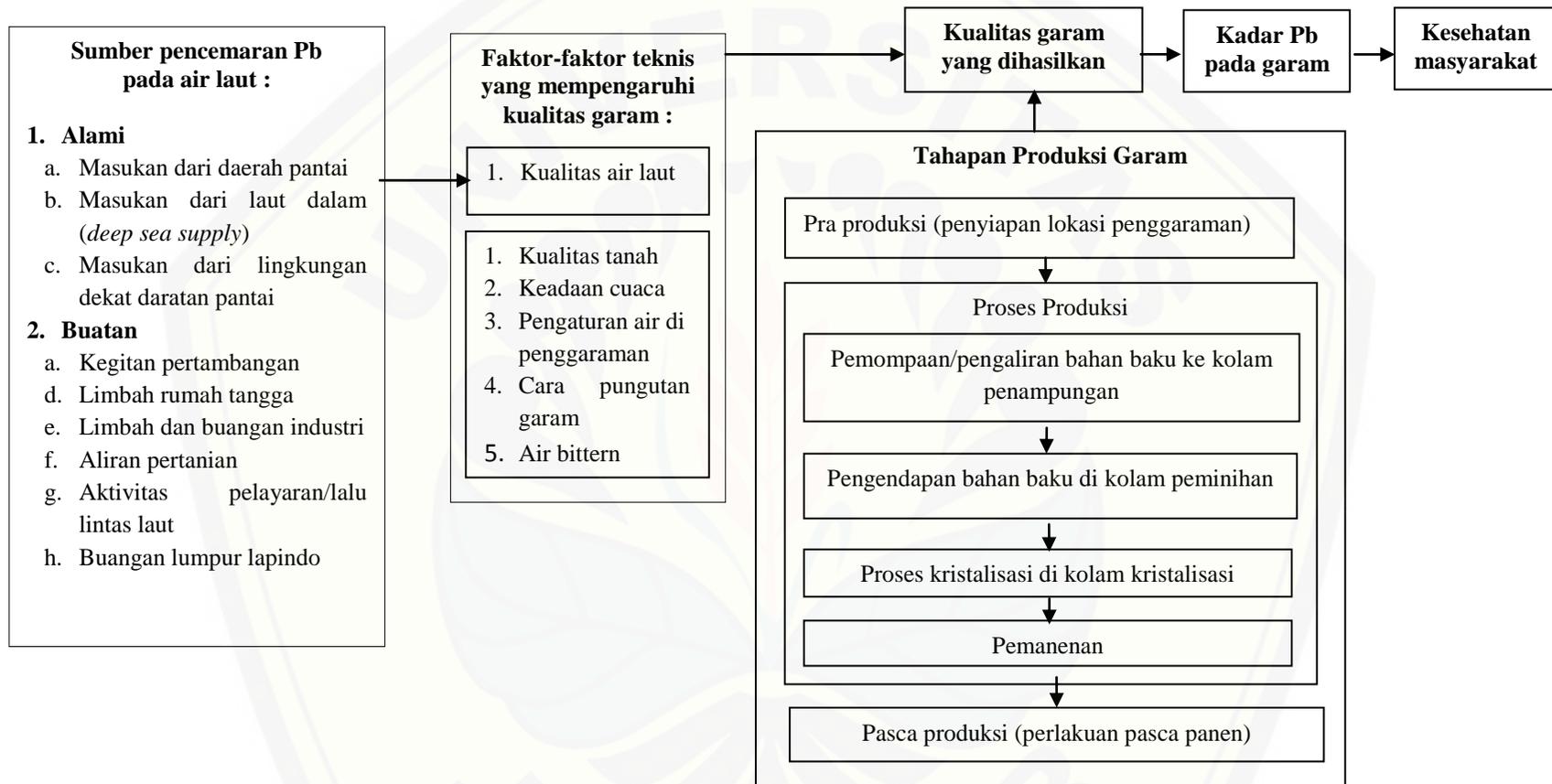
Timbal (Pb) adalah logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari tindakan mengonsumsi makanan, minuman, atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata dan lewat parenteral. Logam Pb tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia sehingga apabila makanan dan minuman tercemar Pb dikonsumsi, maka tubuh akan mengeluarkannya. Orang dewasa mengabsorpsi Pb sebesar 5-15% dari keseluruhan Pb yang dicerna sedangkan anak-anak mengabsorpsi Pb lebih besar, yaitu 41,5% (Widowati *et al.*, 2008:119).

Senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman akan diikuti dalam proses metabolisme tubuh. Meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh (Palar, 2004:84). Toksisitas Pb bersifat kronis dan akut. Paparan Pb secara kronis bisa mengakibatkan kelelahan, kelesuan, gangguan iritabilitas, gangguan gastrointestinal, kehilangan libido, infertilitas pada laki-laki, gangguan menstruasi serta aborsi spontan pada wanita, depresi, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, daya ingat terganggu dan sulit tidur. Toksikitas akut bisa terjadi jika Pb masuk ke dalam tubuh seseorang melalui makanan atau menghirup gas Pb dalam waktu yang relatif pendek dengan dosis atau kadar yang relatif tinggi. Gejala dan tanda-tanda klinis akibat paparan Pb secara akut bisa menimbulkan beberapa gejala, antara lain : Gangguan gastrointestinal, seperti kram perut, kolik, dan biasanya diawali dengan sembelit, mual, muntah-muntah dan sakit perut yang hebat; Gangguan neurologi berupa ensefalopati seperti sakit kepala, bingung atau pikiran kacau, sering pingsan dan koma; Gangguan fungsi ginjal, oliguria, dan gagal ginjal yang akut bisa berkembang dengan cepat (Widowati *et al.*, 2008:121). Widaningrum *et al.*, (2007) menyebutkan bahwa keracunan timbal pada anak-anak dapat mengurangi kecerdasan. Bila kadar timbal dalam darah mencapai tiga kali batas normal (asupan normal sekitar 0,3 mg perhari) maka akan menyebabkan penurunan kecerdasan intelektual (IQ) di bawah 80. Kelainan fungsi otak terjadi karena

timbal secara kompetitif menggantikan peranan mineral-mineral utama seperti seng, tembaga, dan besi dalam mengatur fungsi sistem saraf pusat. Kadaan ini akan mengurangi peluang bagi anak untuk berhasil dalam sekolahnya.



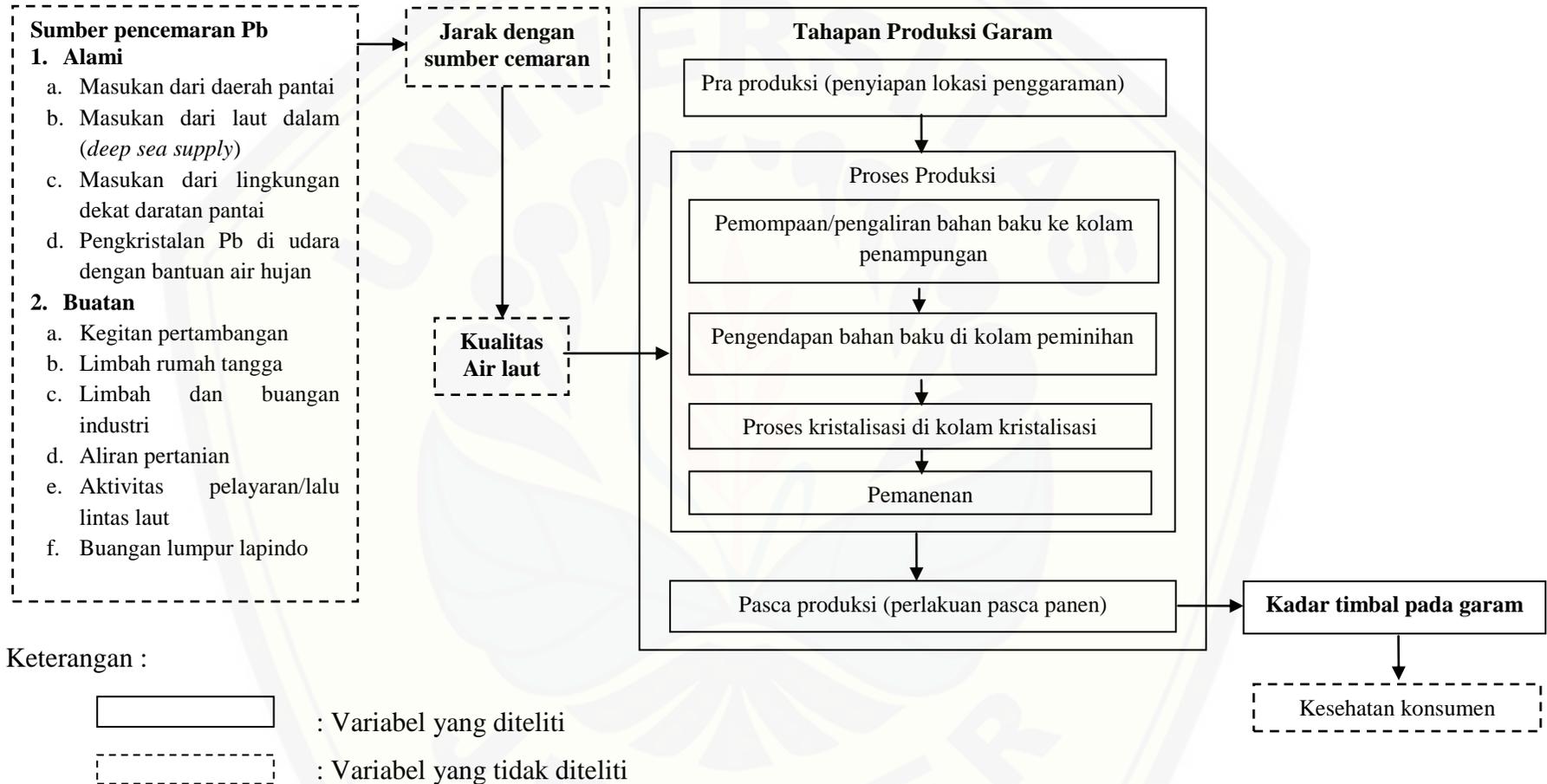
2.6 Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi Bryan (1976) dalam Connell dan Miller (2006:344-348), Hutamadi *et al.*, (2012), DJPT KKP (tanpa tahun), SNI 3556 : 2010

2.7 Kerangka Konseptual



Gambar 2.2 Kerangka Konseptual

Penjelasan :

Perairan Selat Madura merupakan suatu daerah yang rentan akan pencemaran, yaitu salah satunya adalah pencemaran Pb. Potensi pencemaran Pb tersebut berasal dari berbagai sumber, yaitu masukan dari daerah pantai, masukan dari laut dalam (*deep sea supply*), masukan dari lingkungan dekat daratan pantai, kegiatan pertambangan, limbah rumah tangga, limbah dan buangan industri, aliran pertanian, dan buangan lumpur lapindo. Adanya bahan pencemar yang masuk ke perairan Selat Madura dapat mempengaruhi kualitas air laut di perairan tersebut. Air laut di perairan Selat Madura merupakan sumber bahan baku dalam proses produksi garam di sebagian besar daerah di Pulau Madura. Kualitas air laut sebagai bahan baku pembuatan garam merupakan salah satu faktor teknis yang mempengaruhi kualitas garam. Air laut sebagai bahan baku pembuatan garam kemudian diproses dalam berbagai tahapan untuk menghasilkan produk garam. Adapun tahapan proses produksi garam meliputi tahap pra produksi, yaitu penyiapan lokasi penggaraman; tahap produksi, meliputi pengaliran bahan baku ke kolam penampungan, pengendapan bahan baku di kolam peminihan, proses kristalisasi di kolam kristalisasi dan pemanenan; serta tahap pasca produksi, yaitu penyimpanan garam pasca panen. Kondisi perairan Selat Madura yang rentan akan pencemaran tersebut dikhawatirkan juga mempengaruhi kualitas garam yang dihasilkan dimana salah satu syarat mutu garam adalah cemaran Pb pada garam maksimal 10 ppm. Kandungan Pb yang melebihi batas maksimal pada garam dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi konsumen garam.

2.8 Hipotesis

Terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian dengan pendekatan yang ada di dalam usulan penelitian, proses, hipotesis, turun ke lapangan, analisis data, dan kesimpulan data sampai dengan penulisan menggunakan aspek pengukuran, perhitungan, rumus dan kepastian data numerik (Sugiyono, 2011:7).

Metode penelitian ini menggunakan metode analitik, yaitu penelitian yang mencoba menggali bagaimana dan mengapa fenomena kesehatan itu terjadi (Notoatmodjo, 2012:37). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar logam berat Timbal (Pb) pada garam yang dihasilkan dari daerah paling ujung barat dan paling ujung timur dari Pulau Madura, yaitu Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep.

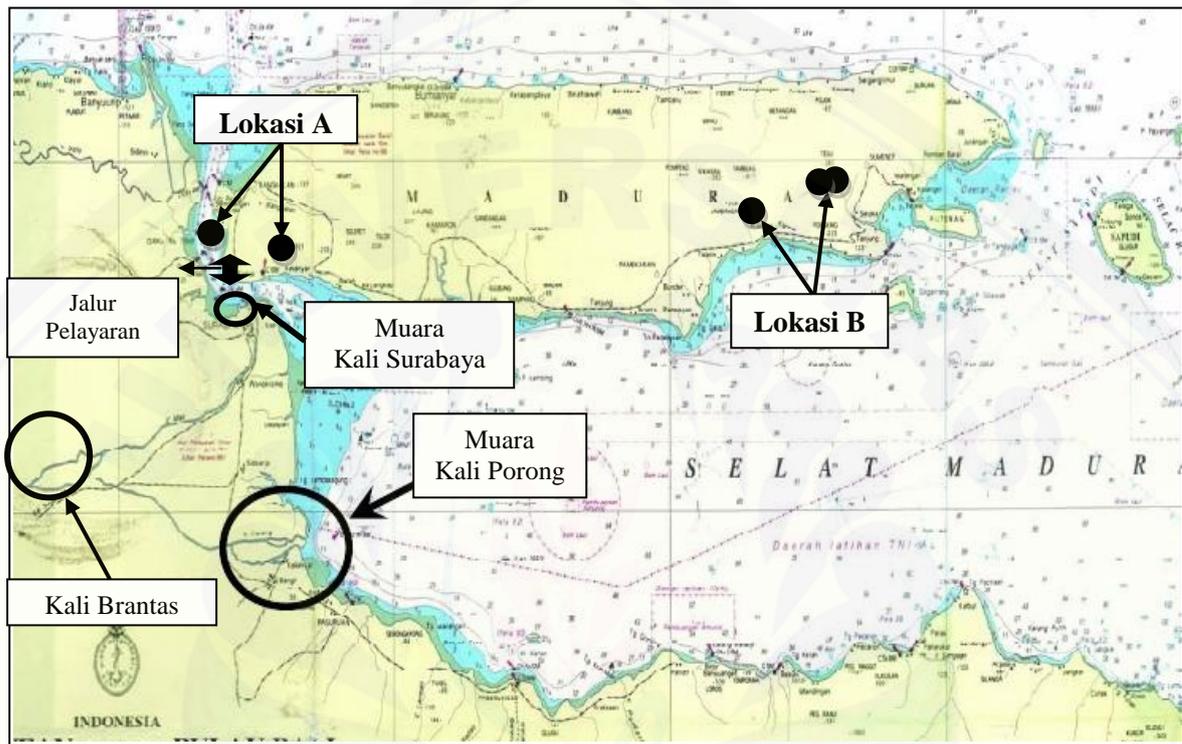
Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian secara *cross sectional* yaitu tiap subjek penelitian hanya diobservasi sekali saja dan pengukuran dilakukan terhadap status karakter atau variabel subjek pada saat pemeriksaan. Hal ini tidak berarti bahwa semua subjek penelitian diamati pada waktu yang sama (Notoatmodjo, 2012:37-38).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Pengambilan sampel penelitian akan dilakukan di tempat penyimpanan garam pasca panen milik petani garam rakyat di 2 desa yang terletak di Kabupaten Bangkalan (Lokasi A) dan 3 desa di Kabupaten Sumenep (Lokasi B). Kedua desa di Kabupaten Bangkalan adalah Desa Pesanggrahan, Kecamatan Kwanyar dan Desa Gili Barat, Kecamatan Kamal, sedangkan 3 desa di Kabupaten Sumenep adalah Desa Sentol Daja, Kecamatan Pragaan serta Desa Saroka dan Desa Tanjung, Kecamatan Saronggi. Pengukuran kadar Pb pada sampel akan dilakukan

di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya (BBLKS) dengan menggunakan metode uji *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel

3.2.2 Waktu Penelitian

Penyusunan proposal penelitian hingga penyajian data hasil penelitian dilaksanakan pada September 2014 hingga Juni 2015.

3.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2011:80).

Sastroasmoro (2011:48) membedakan populasi penelitian menjadi dua, yaitu populasi target dan terjangkau. Populasi target merupakan populasi yang ditandai dengan karakteristik klinis dan demografis. Sedangkan populasi terjangkau merupakan bagian dari populasi target yang dibatasi oleh tempat dan waktu. Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah seluruh garam dengan bahan baku dari air laut perairan Selat Madura yang dihasilkan dari tambak garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep. Sementara itu, populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah garam dengan bahan baku dari air laut perairan Selat Madura yang dihasilkan dari tambak garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep yang bukan merupakan daerah kepulauan. Beberapa daerah penghasil garam di Kabupaten Sumenep merupakan daerah kepulauan yang lokasinya terpisah dari Pulau Madura sehingga untuk menuju ke tempat tersebut harus melalui transportasi laut. Berdasarkan pertimbangan kemampuan peneliti dalam hal waktu, biaya dan keterjangkauan lokasi, maka daerah penghasil garam yang merupakan daerah kepulauan tidak termasuk dalam populasi terjangkau.

Kecamatan yang merupakan daerah penghasil garam dengan menggunakan sumber bahan baku dari perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan adalah Kecamatan Kwanyar, Kamal, dan Modung. Sementara itu, kecamatan penghasil garam yang menggunakan sumber bahan baku dari perairan Selat Madura dan tidak termasuk daerah kepulauan di Kabupaten Sumenep adalah Kecamatan Pragaan, Saronggi, Sumenep Kota, Kalianget dan Gapura. Kecamatan dijadikan kluster tahap I dalam teknik sampling. Setiap kecamatan tersebut terdiri atas desa penghasil garam. Desa dalam penelitian ini dijadikan kluster tahap II.

3.3.2 Sampel

a. Besar Sampel

Menurut Madanijah dan Setiawan (2008), terdapat berbagai cara menentukan ukuran sampel, di antaranya :

- 1) Besar sampel 30 (data dianggap dapat menyebar normal)

- 2) Minimal 10% dari populasi
- 3) Menggunakan rumus dengan mempertimbangkan keragaman dan akurasi yang diinginkan.

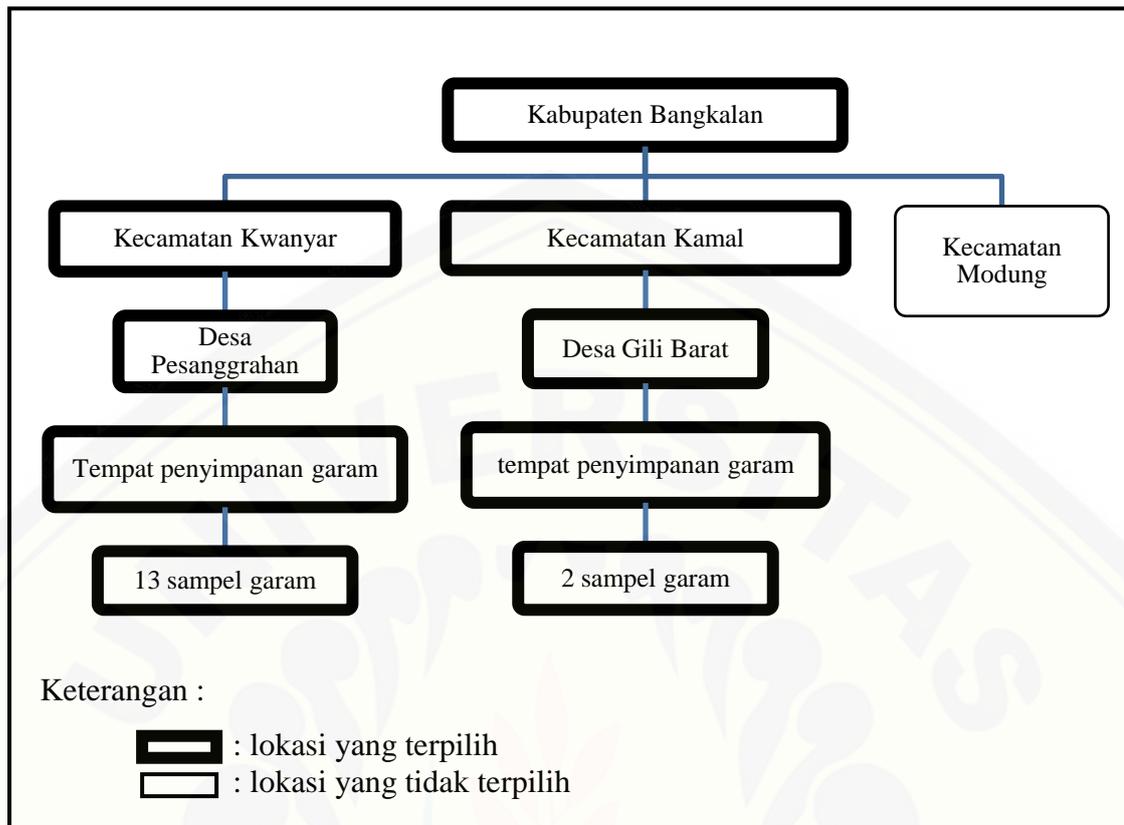
Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 sampel, yaitu 15 sampel dari Kabupaten Bangkalan dan 15 sampel dari Kabupaten Sumenep. Penentuan besar sampel tidak menggunakan proporsi atau rumus karena populasi dalam penelitian ini tidak memiliki jumlah yang pasti atau tidak diketahui (*infinite*).

b. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multi stage random sampling* dimana kecamatan dijadikan kluster pada tahap I.

1) Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel di Kabupaten Bangkalan

Pada tahap I, dari 3 kecamatan yang ada di Kabupaten Bangkalan diambil 2 kecamatan secara acak. Kecamatan yang terpilih adalah Kecamatan Kwanyar dan Kamal. Kecamatan Kwanyar dan Kamal masing-masing memiliki 1 desa penghasil garam, yaitu Desa Pesanggrahan, Kecamatan Kwanyar; dan Desa Gili Barat, Kecamatan Kamal sehingga pada tahap II, kedua desa tersebut dipilih sebagai lokasi pengambilan sampel. Jumlah sampel garam yang diambil dari tempat penyimpanan garam di Desa Pesanggrahan adalah sebanyak 13 sampel sedangkan di Desa Gili Barat sebanyak 2 sampel. Jumlah sampel tersebut sesuai dengan ketersediaan jumlah garam yang disimpan oleh petani garam di tempat penyimpanan garam. Penentuan lokasi pengambilan sampel di Kabupaten Bangkalan melalui *Multi stage random sampling* dapat dilihat pada gambar berikut :

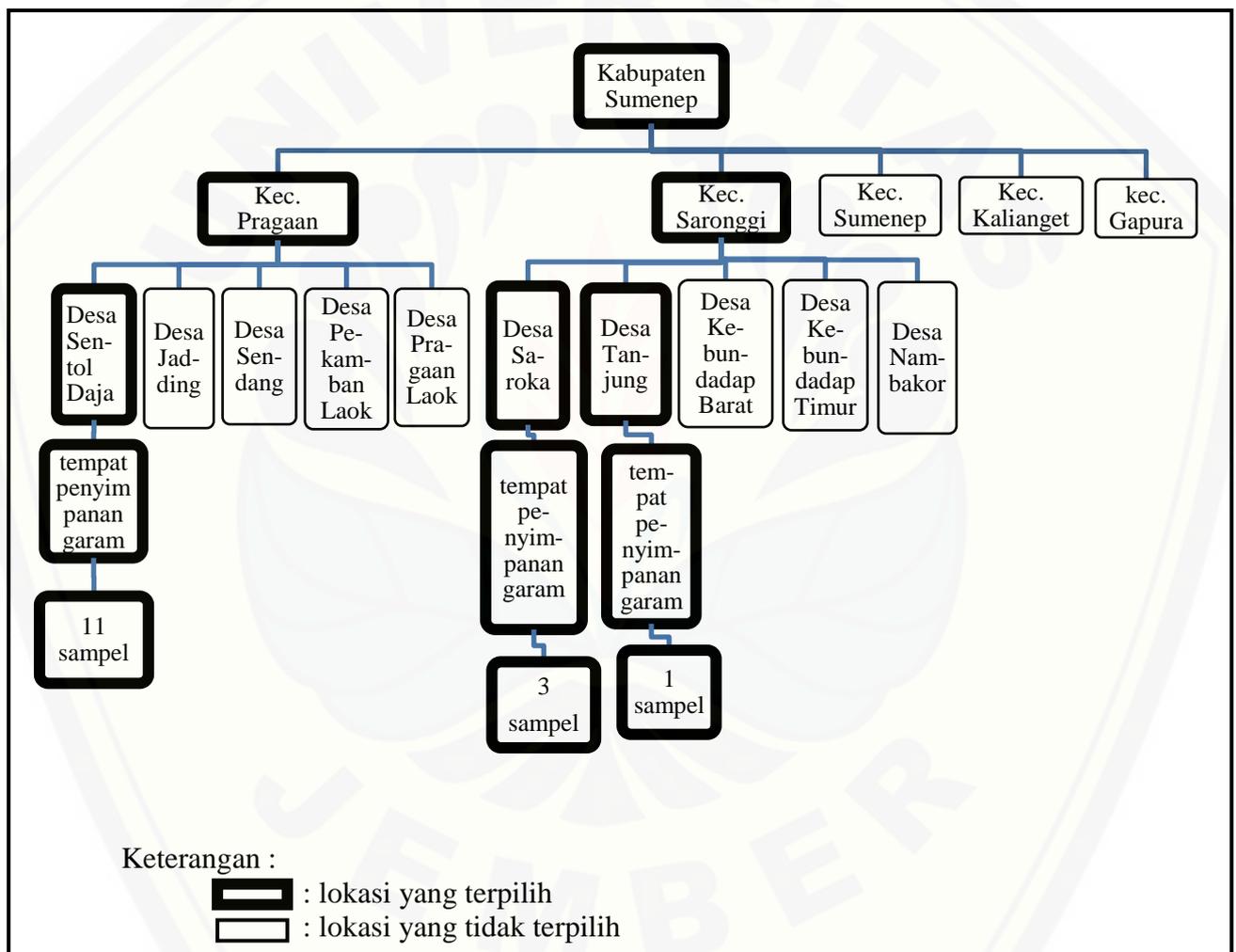


Gambar 3.2 *Multistage Random Sampling* untuk Lokasi di Kabupaten Bangkalan

2) Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel di Kabupaten Sumenep

Pada tahap I, dari 5 kecamatan yang ada di Kabupaten Sumenep diambil 2 kecamatan secara acak. Kecamatan yang terpilih adalah Kecamatan Pragaan dan Saronggi. Kecamatan Pragaan dan Saronggi memiliki 5 desa penghasil garam. Pada tahap II dipilih 3 desa secara acak dari tiap-tiap kecamatan yang sudah terpilih pada tahap I. Desa yang terpilih adalah Desa Sentol Daja, Kecamatan Pragaan serta Desa Tanjung dan Desa Saroka, Kecamatan Saronggi. Berdasarkan survei lokasi dan hasil wawancara, hanya terdapat satu tempat penyimpanan garam di Desa Tanjung sehingga untuk memenuhi jumlah sampel yang dibutuhkan, dipilih satu desa lagi untuk lokasi pengambilan sampel, yaitu Desa Saroka. Itulah sebabnya, jumlah desa yang menjadi lokasi sampling di Kabupaten Sumenep lebih banyak dibandingkan di Kabupaten Bangkalan. Jumlah sampel yang diambil dari ketiga desa di Kabupaten Sumenep adalah 11 sampel di Desa

Sentol Daja, 1 sampel di Desa Tanjung dan 3 sampel di Desa Saroka sehingga jumlah seluruh sampel adalah 15 sampel. Jumlah sampel tersebut sesuai dengan ketersediaan jumlah garam yang disimpan oleh petani garam di tempat penyimpanan garam. Penentuan lokasi pengambilan sampel di Kabupaten Sumenep melalui *Multi stage random sampling* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.3 *Multistage Random Sampling* untuk Lokasi di Kabupaten Sumenep

Teknik pengambilan sampel garam dalam penelitian ini mengacu pada SNI 19-0428-1998 tentang Petunjuk Pengambilan Contoh Padatan. Padatan yang dijelaskan dalam SNI 19-0428-1998 tersebut terdiri atas padatan bentuk curah dan bentuk terkemas. Garam hasil pemanenan dari lahan tambak garam merupakan padatan dalam bentuk curah, yaitu padatan yang berbentuk serbuk atau butiran. Peralatan yang digunakan dalam pengambilan sampel garam berupa alat pengambil contoh berupa tombak dan sekop. Pengambilan sampel dilaksanakan dengan alat yang bersih dan kering serta di tempat yang terlindung dari hal-hal yang dapat mempengaruhi sampel. Pengambilan sampel garam akan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Sampel garam diambil berdasarkan jumlah sampel yang dibutuhkan. Bobot masing-masing sampel garam yang diambil adalah 100 gram.
- b) Sampel garam dimasukkan ke dalam kemasan yang bersih, kering dan tertutup. Pengemasan dilakukan terpisah untuk setiap sampel.
- c) Menempelkan keterangan sampel pada setiap kemasan.
- d) Semua sampel dikemas sedemikian rupa sehingga terlindungi selama pengangkutan.
- e) Sampel dikirim ke laboratorium untuk diperiksa menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*.

3.4 Waktu Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan pada hari yang berbeda untuk masing-masing kabupaten. Pengambilan sampel di Kabupaten Sumenep dilakukan pada Hari Selasa, 31 Maret 2015 mulai pukul 09.55 WIB hingga pukul 15.40 WIB. Rentang waktu yang lama dalam pengambilan sampel di Kabupaten Sumenep dikarenakan lokasi penyimpanan garam dari 15 sampel garam tidak berada pada satu lokasi yang sama. Hal tersebut menyebabkan pengambilan sampel membutuhkan waktu yang lumayan lama dalam perjalanan dari satu lokasi penyimpanan garam ke lokasi penyimpanan garam lainnya. Pengambilan sampel garam di Kabupaten Sumenep dimulai dari Desa Sentol

Daja, Desa Tanjung dan yang terakhir adalah Desa Saroka. Pengambilan sampel di Kabupaten Bangkalan dilakukan pada Hari Kamis, 2 April 2015 mulai pukul 10.30 WIB hingga pukul 13.30 WIB. Sebagaimana di Kabupaten Sumenep, tempat penyimpanan garam di Kabupaten Bangkalan juga tidak berada pada satu lokasi yang sama. Hal tersebut menyebabkan pengambilan sampel garam membutuhkan waktu yang lumayan lama karena perjalanan yang harus ditempuh dari satu lokasi penyimpanan garam ke lokasi penyimpanan garam lainnya. Pengambilan sampel garam di Kabupaten Bangkalan dimulai dari Desa Pesanggrahan kemudian ke Desa Gili Barat. Pengiriman sampel dari kedua kabupaten ke laboratorium dilakukan pada Hari Minggu, 5 April 2015 pukul 08.50 WIB.

3.5 Informan Penelitian

Informan penelitian adalah subjek penelitian yang dapat memberikan informasi yang diperlukan selama proses penelitian. Informan dalam penelitian ini berjumlah 2 orang petani garam yaitu 1 petani di Kabupaten Bangkalan dan 1 petani di Kabupaten Sumenep. Alasan pemilihan informan tersebut adalah kebutuhan informasi. Informasi yang ingin diketahui dalam penelitian ini adalah tahapan proses pembuatan garam sehingga 1 informan dari tiap-tiap lokasi penelitian dianggap telah memenuhi.

Kedua informan dalam penelitian ini merupakan ketua salah satu kelompok usaha tani garam di Desa Sentol Daja, Sumenep dan ketua salah satu usaha kelompok tani garam di Desa Pesanggrahan, Bangkalan. Pertimbangan pemilihan ketua kelompok petani garam sebagai informan karena ketua kelompok petani garam merupakan orang yang sudah menguasai dan paham mengenai proses produksi garam. Selain itu, ketua kelompok petani garam biasanya adalah orang yang lebih banyak pengetahuan dan pengalamannya karena sering diikutkan pembinaan dan pelatihan dari dinas terkait, yaitu Dinas Kelautan dan Perikanan. Berdasarkan beberapa alasan tersebut, diharapkan informasi yang peneliti peroleh bisa sesuai dengan informasi yang dibutuhkan.

3.6 Variabel dan Definisi Operasional

3.6.1 Variabel Penelitian

Variabel mengandung pengertian ukuran atau ciri yang dimiliki oleh anggota – anggota suatu kelompok yang berbeda dengan yang dimiliki oleh kelompok lain. Definisi lain mengatakan bahwa variabel adalah suatu yang digunakan sebagai ciri, sifat atau ukuran yang dimiliki atau didapatkan oleh suatu penelitian tentang suatu konsep pengertian tertentu. Variabel juga dapat diartikan sebagai konsep yang mempunyai bermacam-macam nilai (Notoadmojo, 2012). Variabel dalam penelitian ini tidak dibedakan antara variabel dependen dan independen karena dalam penelitian ini tidak dilakukan uji hubungan namun uji beda. Variabel pada penelitian ini adalah kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep.

3.6.2 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah suatu definisi yang diberikan kepada suatu variabel atau konstruk dengan cara memberikan arti atau menspesifikasikan kegiatan, ataupun memberikan suatu operasional yang diperlukan untuk mengukur konstruk atau variabel tersebut (Nazir, 2009:126). Definisi operasional pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 3.1 Variabel dan Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengumpulan Data	Skala Data
1.	a. tahapan proses produksi garam di kabupaten bangkalan :	Rangkaian tahapan produksi garam, mulai pra produksi, proses produksi hingga pasca produksi yang dilakukan pada area penggaraman di Kabupaten Bangkalan.		
	b. tahapan proses produksi garam di kabupaten Sumenep :	Rangkaian tahapan produksi garam di lahan tambak garam, mulai pra produksi, proses produksi hingga pasca produksi yang dilakukan pada area penggaraman di Sumenep.		

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengumpulan Data	Skala Data
1.1	Pra produksi (penyiapan lahan penggaraman)	Semua hal yang dilakukan dan dipersiapkan guna menyiapkan lahan penggaraman yang siap pakai untuk proses produksi garam.	Wawancara	
1.2	Proses produksi garam	Serangkaian alur kegiatan pembuatan garam di lahan tambak garam mulai proses pengaliran bahan baku hingga pemanenan.	Wawancara	
1.2.1	pemompaan/ pengaliran bahan baku ke kolam penampungan	Proses memindahkan air laut ke dalam kolam penampungan	Wawancara	
1.2.2	pengendapan bahan baku	Proses mendinginkan air laut di dalam kolam peminihan hingga air laut mencapai tingkat salinitas yang sesuai standar	Wawancara	
1.2.3	Pengkristalan Air Laut Menjadi Garam	Proses menguapkan air laut dengan cara membiarkan air laut terkena sinar matahari hingga berubah menjadi butiran garam di dalam kolam kristalisasi	Wawancara	
1.2.4	Pemanenan	Proses mengumpulkan kristal garam yang telah jadi (siap panen) untuk dapat dimanfaatkan.	Wawancara	
1.3	Pasca produksi (penyimpanan garam pasca panen)	Perlakuan terhadap garam yang telah selesai dipanen	Wawancara	
2.	Kadar Pb pada garam	Kadar Pb yang terdapat dalam produk garam yang sudah dipanen	Pemeriksaan laboratorium menggunakan metode AAS	Rasio

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Tahap Pengambilan Sampel

- a. Menentukan tempat pengambilan sampel
- b. Mengambil sampel garam sebanyak ± 100 gram per sampel. Sampel garam diletakkan pada kemasan tertutup yang berbeda untuk setiap sampel.
- c. Menempelkan kertas yang berisi informasi mengenai kode dan tempat pengambilan sampel pada kemasan penyimpanan sampel.

3.7.2 Tahap Pengujian Kadar Pb pada Garam di Laboratorium menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)

a. Peralatan

- 1) Tabung
- 2) *Microwave*
- 3) Tabung *nessler*
- 4) alat pendeteksi logam *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)
- 5) Mortar dan alu
- 6) Neraca

b. Pereaksi

- 1) HNO₃ pekat
- 2) *Aquadesh* bebas logam berat
- 3) Air suling yang telah mengalami dua kali penyulingan

c. Persiapan contoh

- 1) Haluskan sampel garam menggunakan mortar dan alu (alat yang berfungsi untuk menggerus dan menghaluskan bahan)
- 2) Masukkan sampel yang sudah halus ke dalam tabung *microwave*
- 3) Timbang dengan teliti 1-3 gram sampel garam menggunakan neraca.
- 4) Tambahkan sampel garam dengan HNO₃ pekat sebanyak 10 ml
- 5) Masukkan sampel ke dalam *microwave* yang sudah diatur suhu dan waktunya
- 4) Apabila sudah hancur sempurna, sampel garam dikeluarkan dari *microwave* dan ditambahkan *Aquadesh* bebas logam berat sebanyak 10 ml
- 5) Tuang sampel garam yang sudah ditambahkan dengan *Aquadesh* bebas logam berat ke dalam tabung *nessler* yang sudah disiapkan
- 6) Tambahkan dengan *Aquadesh* bebas logam berat sampai tanda 50 ml
- 6) Sampel garam siap untuk diuji.

d. Cara kerja

Periksa sampel garam pada alat pendeteksi logam *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

e. Perhitungan

Kadar timbal dalam sampel garam dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Pb (ppm)} = \frac{1000}{\text{Berat Sampel}} \times \frac{50}{1000} \times \text{Konsentrasi AAS}$$

(Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya, 2015)

3.8 Data dan Sumber Data**3.8.1 Data Primer**

Data primer adalah data yang dikumpulkan oleh peneliti sendiri (Sabri *et al.*, 2008). Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara dan uji laboratorium. Data primer dalam penelitian ini meliputi tahapan proses produksi garam (pra produksi, proses produksi dan pasca produksi) dan kadar logam berat timbal (Pb) pada garam.

3.8.2 Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil dari suatu sumber dan biasanya data itu sudah dikompilasi lebih dahulu oleh instansi atau yang punya data (Sabri *et al.*, 2008). Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui laporan hasil penelitian, jurnal/artikel ilmiah dan studi kepustakaan. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi beberapa informasi terkait produksi garam di Madura, potensi pencemaran di perairan Selat Madura dan potensi cemaran Pb dalam makanan, khususnya garam serta keberadaan Pb di lingkungan.

3.9 Teknik Pengolahan, Analisis dan Penyajian Data

3.9.1 Teknik Pengolahan Data

Dalam suatu penelitian, pengolahan data merupakan salah satu langkah yang penting. Hal ini disebabkan karena data yang diperoleh langsung dari penelitian masih mentah, belum memberikan informasi apa-apa dan belum siap untuk disajikan. Untuk memperoleh penyajian data sebagai hasil yang berarti dan kesimpulan yang baik, diperlukan pengolahan data (Notoatmodjo, 2012:171). Teknik pengolahan data dalam penelitian ini adalah teknik statistik, yakni pengolahan data dengan menggunakan analisis statistik (Notoatmodjo, 2012:172).

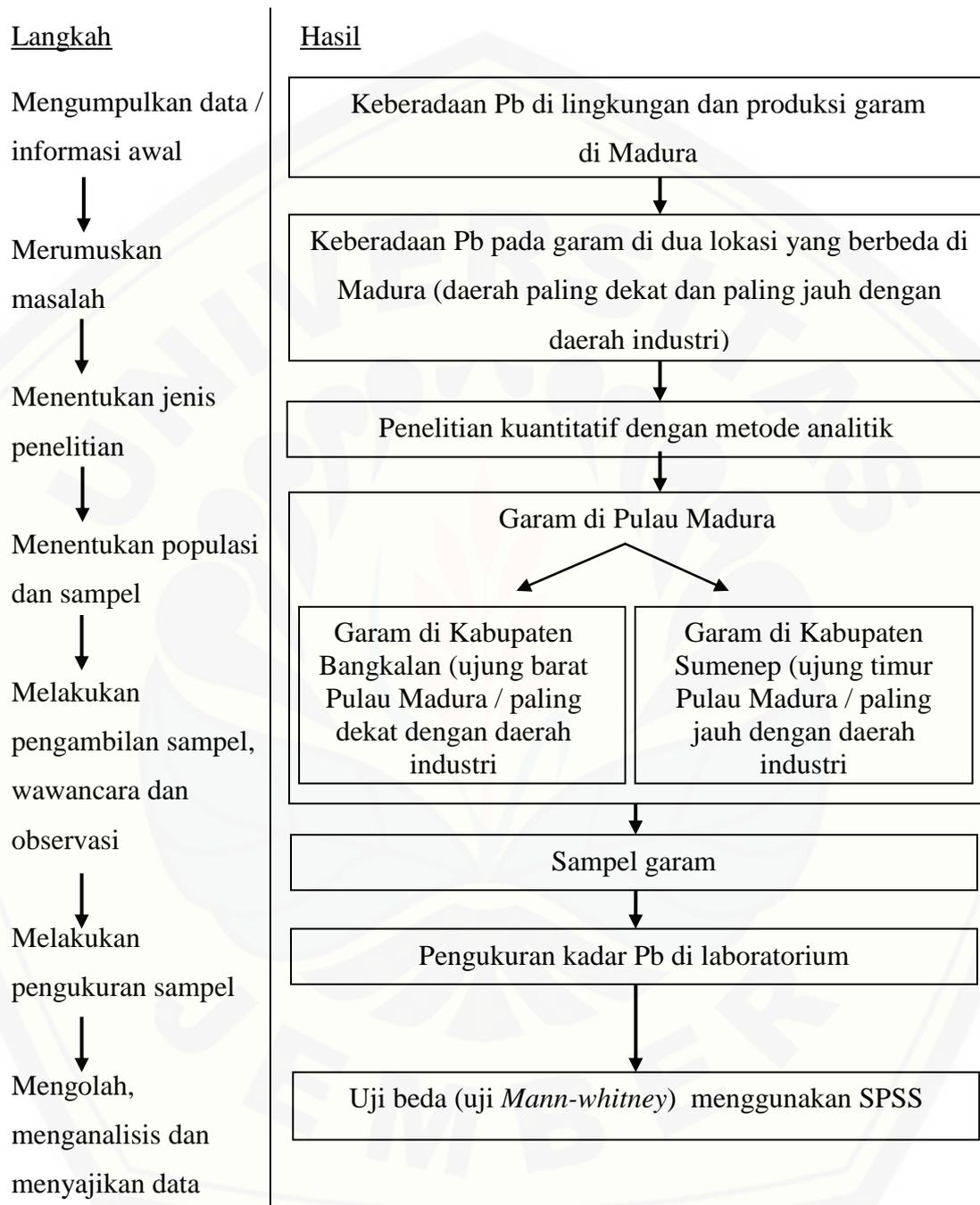
3.9.2 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini selanjutnya akan dilakukan analisis data. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian hipotesis. Dalam metode statistik, pengujian hipotesis ini dilakukan dengan berbagai uji statistik atau rumus sesuai dengan masalah dan metode yang digunakan (Notoatmodjo, 2012:185). Uji statistik yang digunakan adalah uji *Mann-Whitney*. Uji statistik menggunakan perangkat lunak pengolahan data, yaitu aplikasi *SPSS for windows*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kadar logam berat timbal (Pb) pada garam yang dihasilkan dari lokasi A (Kabupaten Bangkalan) dan lokasi B (Kabupaten Sumenep).

3.9.3 Teknik Penyajian Data

Cara penyajian data penelitian dilakukan melalui berbagai bentuk. Pada umumnya dikelompokkan menjadi tiga, yakni penyajian dalam bentuk teks (*textular*), penyajian dalam bentuk tabel, dan penyajian dalam bentuk grafik (Notoatmodjo, 2012:188). Data yang diperoleh dalam penelitian ini akan disajikan dalam bentuk teks, tabel dan grafik.

3.10 Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3.4 Kerangka Alur Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di dua kabupaten yang berada di Pulau Madura, yaitu Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep. Secara administratif, Pulau Madura dibagi menjadi empat kabupaten yang berturut-turut dari arah barat ke timur meliputi Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan dan paling ujung timur Kabupaten Sumenep. Pulau Madura adalah sebuah pulau di Indonesia yang dikenal dengan sebutan Pulau Garam. Hal tersebut dikarenakan Pulau Madura merupakan pulau yang memiliki area penggaraman terluas di seluruh Indonesia yaitu sekitar 11.695 ha. Menurut Suhelmi (2013:15), Pulau Madura terkenal dengan pulau garam karena produksi garam yang dihasilkan mensuplai sepertiga dari produksi nasional. Luas Pulau Madura kurang lebih 5.168 km². Berdasarkan Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir (2013), pendeklarasian Pulau Madura sebagai Pulau Garam dilaksanakan pada tahun 2012. Deklarasi ini mengandung makna adanya perhatian khusus kepada Pulau Madura baik secara potensi maupun sumber mata pencaharian sebagian besar penduduk Pulau Madura dalam memproduksi garam.

Salah satu usaha yang dilakukan pemerintah guna mencapai swasembada garam nasional adalah pembentukan Program Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat (PUGAR) yang telah diinisiasi oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2010. PUGAR merupakan Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri Kelautan dan Perikanan (PNPM Mandiri-KP) yang diperuntukkan bagi peningkatan kesempatan kerja dan kesejahteraan petambak garam rakyat dan pelaku usaha garam rakyat lainnya dalam upaya mendukung swasembada garam nasional, baik garam konsumsi maupun garam industri dengan prinsip *bottom-up* (Peraturan Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Nomor 05 Tahun 2014). Pelaksanaan kegiatan PUGAR

dilakukan oleh 43 Pemerintah Kabupaten / Kota di 9 Provinsi yang menjadi lokasi kegiatan PUGAR tahun 2014, termasuk di antaranya adalah 4 kabupaten yang ada di Pulau Madura, yaitu Kabupaten Bangkalan, Sampang, Pamekasan dan Sumenep. Kegiatan PUGAR tersebut mampu meningkatkan produktivitas garam di Pulau Madura. Berdasarkan Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur (2013), produksi garam melalui kegiatan PUGAR di Pulau Madura tahun 2013 mencapai 400.940 ton dengan luas lahan 4.482 ha. Berdasarkan jumlah produksi tersebut, produktivitasnya mencapai 89,45 ton/ha dari sebelumnya hanya 40-60 ton/ha.

a. Gambaran Umum Kabupaten Bangkalan

Kabupaten Bangkalan merupakan kabupaten yang terletak paling ujung barat Pulau Madura. Secara geografis posisinya berada di antara 112°–113° BT dan 6°–7° LS yang dibatasi oleh Laut Jawa disebelah utara, Kabupaten Sampang disebelah timur serta Selat Madura di sebelah selatan dan barat. Keadaan topografinya terdiri dari daerah landai seluas 68.454 ha (54,25%), daerah berombak seluas 45.236 ha (35,85%), daerah bergelombang seluas 11.773 ha (9,33%) dan daerah berbukit seluas 719 ha (0,57%). Adapun ketinggiannya berkisar antara 12 – 74 mdpl (Unit Pengelola Kegiatan (UPK) Kamal, 2010). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) (2010), Kabupaten Bangkalan memiliki luas wilayah 1.260,14 km². Dilihat dari topografi, maka daerah Kabupaten Bangkalan berada pada ketinggian 2-100 mdpl. Wilayah yang terletak di pesisir pantai seperti Kecamatan Sepulu, Bangkalan, Socah, Kamal, Modung, Kwanyar, Arosbaya, Klampis, Tanjung Bumi, Labang dan Kecamatan Burneh mempunyai ketinggian antara 2-10 mdpl. Wilayah yang terletak di bagian tengah mempunyai ketinggian antara 19-100 mdpl, tertinggi adalah Kecamatan Geger dengan ketinggian 100 mdpl. Rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangkalan tahun 2008 sebesar 5,94 mm (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan, 2010).

Kabupaten Bangkalan adalah salah satu daerah penghasil garam di Pulau Madura. Usaha tambak garam di Kabupaten Bangkalan dimulai sejak tahun 2010.

Berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Kabupaten Bangkalan, produksi garam pada tahun 2014 mencapai 8000 ton sedangkan pada tahun 2013 produksi garam hanya 5000 ton (Portal Kabupaten Bangkalan, 2015). Salah satu faktor adanya peningkatan jumlah produksi tersebut adalah adanya program PUGAR yang dilaksanakan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Wilayah Kabupaten Bangkalan terbagi menjadi 18 kecamatan dan 281 desa / kelurahan atau lebih spesifik terdiri dari 273 desa dan 8 kelurahan. Dilihat dari komposisi jumlah desa, Kecamatan Tanah Merah memiliki jumlah desa terbanyak yakni 23 desa / kelurahan sedangkan yang paling sedikit adalah Kecamatan Kamal sebanyak 10 desa / kelurahan (BPS Kabupaten Bangkalan, 2010). Menurut Suhelmi *et al.*, (2013:27), di Kabupaten Bangkalan terdapat lima kecamatan penghasil garam dengan total luas lahan mencapai 155,6 ha dengan total produksi mencapai 6.306,12 ton per tahun. Kelima penghasil garam tersebut meliputi Kecamatan Tanjung Bumi, Kwanyar, Klampis, Sepulu dan Kamal. Kecamatan Tanjung Bumi merupakan penghasil produksi garam terbesar, yaitu sebanyak 2.674,4 ton per tahun. Selanjutnya, Kecamatan Kwanyar sebanyak 1.351,3 ton per tahun, Klampis 995,52 ton, Sepulu 885,3 ton dan Kecamatan Kamal sebanyak 409,2 ton per tahun. Selain lima kecamatan tersebut, terdapat satu kecamatan di Bangkalan yang juga merupakan daerah penghasil garam, yaitu Kecamatan Modung.

Kecamatan Klampis, Sepulu dan Tanjung Bumi terletak di bagian utara wilayah Bangkalan sehingga sumber air laut yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan garam adalah bersumber dari perairan Laut Jawa. Tiga kecamatan lainnya, yaitu Kecamatan Kamal, Kwanyar dan Modung terletak di bagian selatan kabupaten Bangkalan sehingga sumber air laut yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan garam adalah bersumber dari perairan Selat Madura. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar Pb pada garam dengan bahan baku dari air laut perairan Selat Madura di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep. Oleh sebab itu, Kecamatan Klampis, Sepulu dan Tanjung Bumi tidak disertakan dalam metode sampling. Lokasi yang terpilih berdasarkan sampling

yang digunakan dalam penelitian adalah Kecamatan Kwanyar dan Kecamatan Kamal.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan (2013), Kecamatan Kwanyar memiliki luas wilayah 47,81 km² atau 4.781 ha. Kecamatan Kwanyar merupakan daerah dataran rendah dengan ketinggian pada umumnya 24 meter dari permukaan laut. Adapun batas-batas wilayah Kecamatan Kwanyar adalah sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Modung, sebelah selatan berbatasan dengan Selat Madura, dan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Labang. Rata-rata curah hujan di Kecamatan Kwanyar pada tahun 2011 adalah 16,03 mm/hari. Puncak musim hujan pada tahun 2011 terjadi pada bulan Maret dimana rata-rata curah hujan mencapai 26,56 mm/hari. Secara topografi, Kecamatan Kwanyar memiliki ketinggian 24 mdpl (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan, 2013).

Berdasarkan registrasi penduduk tahun 2011, jumlah penduduk di Kecamatan Kwanyar tercatat sebanyak 47.393 jiwa. Jumlah penduduk laki-laki tercatat 22.912 jiwa sedangkan jumlah penduduk perempuan mencapai 24.481 jiwa. Secara administratif, Kecamatan Kwanyar terbagi menjadi 16 desa / kelurahan. Desa Sumur Kuning merupakan wilayah yang terluas yaitu 4.47 km², sedangkan Desa Batah Barat merupakan wilayah yang paling kecil yaitu 1,78 km² (BPS Kabupaten Bangkalan, 2013). Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu tenaga pendamping PUGAR di Kabupaten Bangkalan, diketahui bahwa daerah penghasil garam di Kecamatan Kwanyar berada di Desa Pesanggrahan.

Desa pesanggrahan adalah satu-satunya desa di Kecamatan Kwanyar yang merupakan daerah penghasil garam. Desa Pesanggrahan memiliki beberapa titik area penggaraman. Menurut Aryan (2013), Kelompok tani (Poktan) garam Desa Pesanggrahan, Kecamatan Kwanyar, merupakan salah satu poktan pemasok dan penghasil garam terbesar kedua setelah Poktan Kecamatan Tanjung Bumi. Menurut Suhelmi, *et al.*, (2013:27), jumlah produksi garam di Kecamatan Kwanyar sebanyak 1.351,3 ton per tahun.

Sampel garam dalam penelitian ini diambil di tempat penyimpanan garam milik petani garam. Beberapa petani garam menyimpan stok garam untuk dijual

pada saat menjelang musim produksi garam sehingga uang hasil penjualan garam bisa digunakan sebagai modal produksi garam berikutnya. Tidak terdapat batasan waktu yang pasti berapa lama garam milik petani disimpan di tempat penyimpanan. Tempat penyimpanan garam milik petani garam di Desa Pesanggrahan sangat beragam. Beberapa tempat penyimpanan garam di Desa Pesanggrahan adalah berupa gudang penyimpanan, disimpan di lahan terbuka, dan disimpan di bagian depan atau samping gudang penyimpanan peralatan produksi garam.

Jenis tempat penyimpanan garam yang pertama adalah berupa gudang penyimpanan. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, terdapat 2 gudang penyimpanan garam di Desa Pesanggrahan. Gudang tersebut merupakan gudang penyimpanan garam milik pengepul garam. Di gudang tersebut tersimpan garam-garam milik petani garam yang dijual pada pemilik gudang. Salah satu dari gudang tersebut merupakan bangunan permanen yang memiliki dinding terbuat dari tembok, pintu yang terbuat dari kayu, atap yang terbuat dari asbes dan lantai yang berupa tanah. Gudang berada di dekat rumah pemilik gudang. Satu gudang lainnya merupakan bangunan tidak permanen yang memiliki pintu dan dinding terbuat dari bahan bambu, lantai berupa tanah dan atap yang terbuat dari asbes. Garam disimpan di dalam gudang dengan kemasan berupa karung.

Jenis penyimpanan garam yang kedua adalah penyimpanan garam di lahan terbuka. Beberapa petani menyimpan sebagian hasil panen garamnya di sekitar lahan garam. Garam yang akan disimpan dikemas dalam karung dan kemudian tumpukan karung berisi garam tersebut disusun atau ditumpuk di lahan kosong sekitar lahan garam, misal di pinggir lahan garam. Tumpukan karung berisi garam kemudian ditutup secara menyeluruh menggunakan terpal guna menghindari garam terkena air hujan

Jenis penyimpanan garam yang terakhir adalah penyimpanan di bagian depan atau samping gudang penyimpanan peralatan produksi garam. Beberapa petani biasanya memiliki gudang penyimpanan peralatan produksi garam yang berada di dekat lahan garam. Gudang tersebut pada umumnya berupa bangunan tidak permanen yang terbuat dari bahan bambu. Beberapa garam hasil panen

disimpan di bagian depan atau samping gudang penyimpanan peralatan tersebut. Garam yang disimpan dikemas menggunakan karung dan disusun atau ditumpuk di bagian depan atau samping gudang peralatan kemudian ditutup menggunakan terpal secara menyeluruh. Metode penyimpanannya sangat mirip dengan penyimpanan garam di lahan terbuka. Hal yang membedakan adalah jika di lahan terbuka garam hanya dilindungi oleh terpal namun jika di dekat gudang penyimpanan peralatan garam biasanya disimpan di bawah atap gudang. Selain dilindungi oleh terpal, juga dilindungi oleh atap.

Lokasi pengambilan sampel garam yang kedua di Kabupaten Bangkalan adalah Desa Gili Barat, Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan. Kecamatan Kamal adalah salah satu kecamatan yang menyumbang produksi garam di Kabupaten Bangkalan. Jumlah desa yang ada di Kecamatan Kamal adalah 10 desa. Jumlah desa di Kecamatan Kamal ini merupakan jumlah yang paling sedikit dibandingkan kecamatan lainnya di Kabupaten Bangkalan. Kecamatan Kamal memiliki luas area 41,40 km² dengan jumlah penduduk 38.797 jiwa. Rata-rata curah hujan di Kecamatan Kamal adalah 17 mm/hari (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan, 2010).

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu tenaga pendamping PUGAR Kabupaten Bangkalan dan ketua salah satu kelompok tani garam di Kecamatan Kamal pada Oktober 2014, diketahui bahwa Desa Gili Barat merupakan satu-satunya desa penghasil garam di Kecamatan Kamal. Lahan garam di Desa Gili Barat lebih sedikit dibandingkan dengan lahan garam di Desa Pesanggrahan. Desa Gili Barat hanya memiliki 1 area penggaraman. Menurut Suhelmi *et al.*, (2013:27), jumlah produksi garam di Desa Pesanggrahan sebanyak 409,2 ton per tahun.

Pengambilan sampel di Desa Gili Barat juga dilakukan di tempat penyimpanan garam. Jenis tempat penyimpanan garam di Desa Gili Barat tidak beragam sebagaimana tempat penyimpanan garam di Desa Pesanggrahan. Hanya terdapat satu jenis penyimpanan garam di Desa Gili Barat, yaitu penyimpanan garam di bagian samping gudang penyimpanan peralatan produksi garam. Metode penyimpanan garam tersebut sama dengan metode penyimpanan garam di Desa

Pesanggrahan. Garam dikemas dengan karung dan ditumpuk di bagian samping gudang penyimpanan peralatan kemudian ditutup menggunakan terpal secara menyeluruh.

b. Gambaran Umum Kabupaten Sumenep

Kabupaten Sumenep merupakan kabupaten yang terletak paling ujung timur Pulau Madura. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2013) dalam Badan Koordinasi Penanaman Modal (2014), Kabupaten Sumenep secara geografis terletak pada $113^{\circ}32'54''$ - $116^{\circ}16'48''$ Bujur Timur dan $4^{\circ}55'$ - $7^{\circ}24'$ Lintang Selatan dengan batas wilayahnya yaitu sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pamekasan, sebelah timur berbatasan dengan Laut Jawa dan Laut Flores, sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa dan sebelah selatan berbatasan dengan Selat Madura. Kabupaten Sumenep yang beribukota di Sumenep memiliki luas wilayah 2.090 km^2 yang terbagi dalam 332 kelurahan / desa dan 27 kecamatan (Badan Koordinasi Penanaman Modal, 2014). Secara geografis, wilayah Kabupaten Sumenep terbagi atas dua, yaitu bagian daratan dan kepulauan. Bagian daratan memiliki luas $1.146,93 \text{ km}^2$ (54,7%) yang terbagi atas 17 kecamatan dan satu pulau di Kecamatan Dungkek. Bagian kepulauan memiliki luas $946,53 \text{ km}^2$ (45,21%) yang meliputi 126 buah pulau, 48 pulau berpenghuni dan 78 pulau tidak berpenghuni (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep, 2009).

Berdasarkan Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Denpasar (2010), wilayah Kabupaten Sumenep secara umum berada pada ketinggian 0-500 mdpl dengan luas $208.697,40 \text{ ha}$ atau sekitar 99,72% dari seluruh luas wilayah Kabupaten Sumenep, sisanya pada ketinggian 500-1.000 meter dpl dengan luas hanya $578,42 \text{ ha}$ atau sekitar 0,28%. Kondisi topografi dapat dilihat dari kemiringan lahan. Kabupaten Sumenep dengan luas sekitar $2.093,458 \text{ km}^2$, memiliki tingkat kemiringan lahan yang bervariasi antara 0° - 30° , 30° - 60° dan di atas 60° . Tingkat kemiringan yang paling luas adalah 0° - 30° dengan luasan mencapai $1.613,29 \text{ ha}$ atau 77,51% dari luas wilayah, selebihnya pada tingkat kemiringan 30° - 60° dan di atas 60° . Luas wilayah yang masuk ke dalam

kategori kemiringan 30-60° sekitar 437,39 ha atau 21,02%, sedang sisanya dengan kemiringan >60° hanya sekitar 30,75 ha atau 1,48%. Wilayah dengan ketinggian >60° berada di kawasan perbukitan. Dengan demikian, lahan di wilayah Kabupaten Sumenep hampir seluruhnya merupakan daratan yang datar, kecuali 1 kecamatan yang tidak memiliki lahan datar yaitu Kecamatan Lenteng. Kecamatan yang memiliki wilayah yang datar tanpa ada perbukitan maupun pegunungan sebanyak 11 kecamatan, yaitu Kecamatan Bluto, Giligenteng, Talango, Kalianget, Sumenep, Pasongsongan, Ambunten, Nonggunong, Gayam, Raas, dan Sapeken. Selebihnya merupakan kecamatan yang memiliki lahan datar, perbukitan dan pegunungan (Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Denpasar, 2010).

Kabupaten Sumenep termasuk dalam kategori daerah tropis. Seperti daerah lain di Indonesia, musim hujan di Sumenep dimulai bulan Oktober hingga Maret dan musim kemarau bulan April hingga September. Rata-rata curah hujan di Sumenep adalah 1,479 mm. Berdasarkan data tahun 2011, temperatur suhu udara di Sumenep tertinggi terjadi di Bulan September-Nopember, yaitu 31,7°C. Suhu udara relatif konsisten sepanjang tahun dengan suhu rata-rata 30°C. jumlah curah hujan terbanyak terjadi di bulan Desember, rata-rata penyinaran matahari terlama di bulan Agustus dan terendah di bulan Februari. Kecepatan angin tertinggi pada bulan Juli dan terendah pada bulan Maret (Direktori Pulau-pulau Kecil Indonesia, 2014).

Lahan garam di Kabupaten Sumenep memiliki total luasan lahan garam sebesar 4.272 ha, terdiri dari 1.944 ha lahan garam rakyat (Dinas Kelautan Perikanan, 2012 dalam Suhelmi *et al.*, 2013) dan 2.328 ha lahan PT. Garam (Kementerian Perindustrian, 2010 dalam Suhelmi, 2013:41). Tambak garam rakyat tersebar di Kecamatan Gapura seluas 303 ha, Kecamatan Dungkek seluas 144 ha, Kecamatan Pragaan seluas 258 ha, Kecamatan Saronggi seluas 339 ha, Kecamatan Kalianget seluas 495 ha, Kota Sumenep seluas 5 ha, Kecamatan Giligenteng seluas 255 ha, Kecamatan Ra'as seluas 64 ha, Kecamatan Sapeken seluas 51 ha, Kecamatan Arjasa seluas 25 ha dan Talango seluas 8 ha. Selain itu, juga terdapat 1 kecamatan penghasil garam lainnya yaitu Kecamatan Kangean. Kecamatan Pragaan, Kecamatan Saronggi dan Kecamatan Sumenep adalah daerah

penghasil garam yang terletak di bagian selatan Kabupaten Sumenep. Oleh karena itu pembuatan garam di daerah tersebut sangat bergantung pada kualitas perairan Selat Madura. Hal tersebut dikarenakan bahan baku air laut yang digunakan dalam proses pembuatan garam adalah bersumber dari perairan Selat Madura. Lokasi yang terpilih berdasarkan sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kecamatan Pragaan dan Kecamatan Saronggi.

Kecamatan Pragaan memiliki luas total wilayah 57,84 km². Jumlah desa di kecamatan ini sebanyak 14 desa, dimana 9 di antaranya merupakan desa pesisir yaitu Desa Keduara Timur, Sendang, Sentol Daja, Pakamban Laok, Jadding, Pragaan Laok, Prenduan, Aeng Panas, dan Karduluk. Kecamatan Pragaan berbatasan dengan Kecamatan Ganding dan Kecamatan Guluk-guluk di sebelah utara, sebelah selatan dibatasi oleh Selat Madura, sebelah timur dibatasi oleh Kecamatan Bluto dan sebelah barat dibatasi oleh Kabupaten Pamekasan. Jumlah penduduk Kecamatan Pragaan secara keseluruhan berjumlah 64.638 jiwa (BPS Kabupaten Sumenep, 2009) yang terdiri dari laki-laki sebanyak 32.024 jiwa (49,54%) dan perempuan 32.614 jiwa (50,46%).

Kecamatan Saronggi mempunyai luas total wilayah 67,71 km² (3,32% dari luas Kabupaten Sumenep). Kecamatan Saronggi berbatasan dengan kecamatan lain, pada sisi sebelah utara dibatasi oleh Kecamatan Kota Sumenep, sebelah selatan dibatasi Kecamatan Bluto, sebelah timur dibatasi oleh Selat Madura dan sebelah barat dibatasi oleh Lenteng. Jumlah penduduk Kecamatan Saronggi secara keseluruhan berjumlah 37.381 jiwa (BPS Kabupaten Sumenep, 2009) yang terdiri dari laki-laki sebanyak 17.776 jiwa (47,55%) dan perempuan 19.605 jiwa (52,45%) (Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut, 2010).

Kecamatan Pragaan dan Kecamatan Saronggi masing-masing memiliki 5 desa penghasil garam. Desa penghasil garam di Kecamatan Pragaan meliputi Desa Sentol Daja, Desa Jadding, Desa Sendang, Desa Pekamban Laok, dan Desa Pragaan Laok. Desa penghasil garam di Kecamatan Saronggi meliputi Desa Saroka, Tanjung, Kebundadap Barat, Kebundadap Timur, dan Desa Nambakor. Lokasi yang terpilih berdasarkan sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah Desa Sentol Daja di Kecamatan Pragaan serta Desa Saroka dan Tanjung di

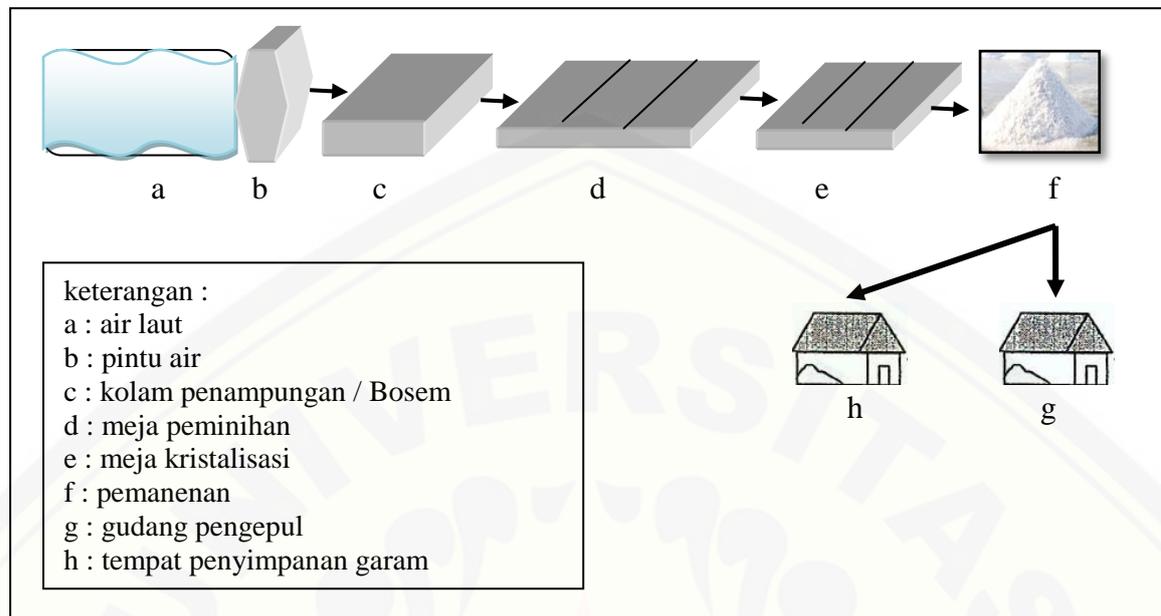
Kecamatan Saronggi. Berdasarkan data Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Sumenep (2009) dalam Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut (2010), luas lahan garam di Desa Sentol Daja adalah 50,13 ha dan Desa Saroka 27,03 ha. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani garam, luas lahan garam di Desa Tanjung adalah sekitar 10 ha. Berdasarkan data tersebut, lahan garam paling luas adalah di Desa Sentol Daja, kemudian Desa Saroka dan Desa Tanjung. Sampel garam yang diambil dari Desa Sentol Daja sebanyak 11 sampel, dari Desa Saroka sebanyak 3 sampel dan dari Desa Tanjung sebanyak 1 sampel.

Pengambilan sampel garam di Desa Sentol Daja, Desa Saroka dan Desa Tanjung juga dilakukan di tempat penyimpanan garam sebagaimana pengambilan sampel garam di Desa Gili Barat dan Desa Pesanggrahan, Kabupaten Bangkalan. Tempat penyimpanan garam di Desa Sentol Daja terdiri atas gudang penyimpanan tidak permanen, penyimpanan di gudang penyimpanan peralatan produksi garam dan penyimpanan pada daerah terbuka di dekat lahan garam. Terdapat dua gudang penyimpanan tidak permanen yang berada di Desa Sentol Daja dan satu gudang di Desa Tanjung. Gudang penyimpanan garam di Sentol Daja merupakan gudang penyimpanan yang disewakan oleh pemilik gudang. Petani garam menyimpan garam-garam di gudang tersebut dengan sistem membayar uang sewa gudang. Harga sewa gudang tergantung banyaknya karung garam. Garam-garam yang disimpan di dalam gudang penyimpanan dikemas dengan karung dan disusun rapi di dalam gudang. Karung yang dijadikan kemasan garam biasanya berbeda antara masing-masing petani. Bangunan gudang merupakan bangunan semi terbuka yang terbuat dari bahan bambu. Bangunan memiliki atap yang berupa genteng, lantai berupa tanah, dan dinding berbahan bambu. Bangunan gudang tidak memiliki pintu dan terbuka di bagian depannya. Penyimpanan garam lainnya di Desa Sentol Daja adalah berupa tumpukan karung yang ditutup dengan terpal dan disimpan di dalam, depan atau samping gudang penyimpanan peralatan produksi garam. Selain itu juga beberapa disimpan di lahan terbuka dekat lahan garam. Garam disimpan tanpa kemasan dan ditumpuk begitu saja diatas tanah kemudian ditutup dengan terpal yang menyerupai bangunan tenda perkemahan.

Gudang penyimpanan di Desa Tanjung sedikit berbeda dengan gudang penyimpanan di Desa Sentol Daja. Bangunan memiliki atap, dinding dan pintu yang terbuat dari bahan bambu serta lantai berupa tanah. Garam yang disimpan tidak dikemas ke dalam karung namun langsung ditumpuk di atas tanah tanpa ada penutup. Penyimpanan garam di Desa Saroka mirip dengan penyimpanan garam di Desa Sentol Daja. Namun di Desa Saroka tidak terdapat tempat penyimpanan yang berupa gudang penyimpanan. Penyimpanan garam berupa tumpukan karung berisi garam yang ditutup dengan terpal dan disimpan di dalam, depan atau samping gudang penyimpanan peralatan produksi garam. Beberapa juga disimpan di lahan terbuka dekat lahan garam dengan tanpa kemasan dan ditutup dengan terpal yang menyerupai tenda perkemahan.

4.1.2 Gambaran Tahapan Proses Produksi Garam di Kabupaten Bangkalan

Tahapan proses produksi garam adalah rangkaian tahapan produksi garam mulai dari penyiapan lahan hingga perlakuan pasca panen yang dilakukan oleh petani garam di Kabupaten Bangkalan. Gambaran tahapan proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan diperoleh melalui wawancara dengan ketua salah satu kelompok tani garam yang ada di Kabupaten Bangkalan. Selain itu, peneliti juga melakukan observasi ke lokasi penggaraman milik petani garam. Beberapa hal yang diobservasi adalah model konstruksi penggaraman, saluran penampungan air laut dan pintu masuk air laut. Waktu observasi tidak bertepatan dengan musim produksi garam sehingga penulis tidak dapat mengobservasi tahapan proses produksi garam di tambak garam yang ada di Kabupaten Bangkalan secara langsung. Akan tetapi, hasil wawancara dengan ketua kelompok tani garam telah mampu memberikan informasi terkait tahap proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan secara jelas. Tahapan proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan meliputi tiga tahap, yaitu pra produksi (penyiapan lokasi penggaraman), proses produksi dan pasca produksi (perlakuan pasca panen). Alur proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Alur proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan

a. Tahap Pra Produksi Garam (Penyiapan Lokasi Penggaraman) di Kabupaten Bangkalan

Tahap pra produksi adalah salah satu tahapan produksi garam meliputi semua hal yang dilakukan dan dipersiapkan guna menyiapkan lahan penggaraman yang siap pakai untuk proses produksi garam. Usaha produksi garam rakyat di Kabupaten Bangkalan telah dimulai sejak beberapa tahun yang lalu. Sebagian besar petani garam di lokasi penelitian ini memulai usaha produksi garam sejak tahun 2012. Hal tersebut membuat lahan penggaraman yang digunakan untuk produksi garam telah ada serta konstruksi penggramannya pun telah dibentuk. Pembuatan lahan penggaraman hanya dilakukan satu kali, yaitu pada awal produksi garam. Produksi garam tidak berlangsung sepanjang tahun namun hanya pada musim kemarau. Metode produksi garam yang menggunakan metode sederhana sangat bergantung kepada keberadaan panas matahari sehingga apabila musim penghujan telah tiba, para petani garam tidak akan memproduksi garam. Siklus produksi garam yang musiman menyebabkan lahan penggaraman beralih

fungsi. Beberapa lahan garam beralih menjadi lahan tambak ikan namun beberapa lahan garam lainnya menjadi lahan kosong yang tidak difungsikan. Peralihan fungsi lahan garam tersebut membuat para petani garam harus menyiapkan kembali lahan penggaraman yang siap pakai saat musim produksi garam akan tiba.

Konstruksi penggaraman yang dipakai oleh petani garam rakyat di Kabupaten Bangkalan adalah konstruksi kompleks meja (*table complex*). Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (tanpa tahun), ada dua macam konstruksi penggaraman yang dipakai di Indonesia, yaitu konstruksi tangga dan konstruksi kompleks meja (*table complex*). Konstruksi tangga adalah konstruksi yang terancang khusus dan teratur dimana suatu petak penggaraman merupakan suatu unit penggaraman yang komplit, terdiri dari peminihan-peminihan dan meja-meja garam dengan konstruksi tangga, sehingga aliran air berjalan secara alamiah (gravitasi). Konstruksi kompleks meja adalah konstruksi penggaraman yang luas yang letaknya tidak teratur (alamiah) dijadikan suatu kelompok peminihan secara kolektif, yang kemudian air pekat (air tua) yang dihasilkan dialirkan ke suatu meja untuk kristalisasi.

Hal-hal yang dilakukan dalam tahap pra produksi garam (penyiapan lahan penggaraman) di Kabupaten Bangkalan meliputi pengeringan lahan, pembersihan lahan, pemetakan lahan, perataan tanah pada lahan dan pembuatan saluran air. Pengeringan lahan dilakukan dengan membuang genangan air yang masih tersisa di lahan penggaraman. Setelah itu, lahan dikeringkan dengan bantuan panas matahari. Setelah pengeringan lahan selesai, maka langkah selanjutnya adalah pembersihan lahan. Air yang menggenangi lahan penggaraman selama musim hujan membuat lahan ditumbuhi berbagai tanaman seperti lumut dan juga terdapat kotoran-kotoran lainnya. Oleh karena itu, sebelum dilakukan proses produksi garam, lahan penggaraman dibersihkan terlebih dahulu. Peralatan yang digunakan dalam pembersihan lahan ini adalah sorkot dan cangkul. Sorkot adalah alat pengerus tanah yang terbuat dari papan kayu dan juga pegangan kayu. Sorkot ini berfungsi untuk menggerus lumut yang menempel pada tanah. Begitu juga dengan

cangkul, alat ini digunakan untuk membersihkan tanaman-tanaman yang tumbuh di lahan penggaraman dan kotoran-kotoran lain yang menempel pada tanah.

Setelah lahan penggaraman bersih dari semua kotoran, selanjutnya adalah pemetakan lahan. Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa konstruksi penggaraman yang digunakan oleh petani garam di kedua kabupaten adalah konstruksi kompleks meja dimana dalam satu lahan penggaraman terdiri atas beberapa petak atau yang disebut dengan meja. Proses pemetakan lahan ini berfungsi untuk membentuk petakan-petakan atau meja-meja tersebut. Peralatan yang digunakan dalam pemetakan lahan tersebut adalah cangkul dan sekrop. Cangkul digunakan untuk menggali tanah dan sekrop digunakan untuk memindahkan tanah. Langkah selanjutnya dalam penyiapan lahan penggaraman adalah perataan tanah pada lahan. Tanah pada tiap-tiap petakan yang dibentuk kemudian diratakan. Peralatan yang digunakan untuk meratakan tanah ini disebut 'gulu'. 'Gulu' adalah sebuah alat berbentuk silinder dan memiliki pegangan yang terbuat dari kayu. Alat 'gulu' inilah yang kemudian digunakan untuk meratakan tanah pada lahan penggaraman.

Langkah terakhir dalam penyiapan lahan penggaraman adalah pembuatan saluran air. Pembuatan saluran air ini berfungsi sebagai tempat mengalirnya air laut (bahan baku) dari laut menuju petak-petak atau meja-meja penggaraman. Selain itu juga ada yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya air laut yang berlebih dari kolam peminihan untuk akhirnya dibuang kembali ke laut atau dikembalikan ke meja peminihan yang sebelumnya. Peralatan yang digunakan berupa cangkul untuk menggali tanah dan skrop untuk memindahkan tanah.

Ukuran tiap-tiap petakan dalam lahan penggaraman milik petani garam di Kabupaten Bangkalan adalah beragam, diantaranya yaitu 60 cm x 14 cm dan 60 x 17 cm. Jarak lahan penggaraman dengan lokasi sumber bahan baku juga beragam, rata-rata jaraknya adalah 150 m. Waktu yang dibutuhkan dalam penyiapan lahan penggaraman ini adalah sekitar 1 bulan untuk setiap hektar lahan garam. Lama waktu penyiapan lahan penggaraman ini dipengaruhi oleh jumlah pekerja. Semakin banyak jumlah pekerja, maka semakin cepat pula waktu yang dibutuhkan.

b. Tahap Proses Produksi Garam di Kabupaten Bangkalan

Proses produksi adalah serangkaian alur kegiatan pembuatan garam di lahan tambak garam. Proses produksi ini dilaksanakan setelah lahan penggaraman sudah siap untuk digunakan dan musim hujan sudah benar-benar berakhir. Proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan meliputi proses pemompaan/pengaliran bahan baku (air laut) ke kolam penampungan, pengendapan bahan baku di kolam peminihan, proses kristalisasi garam di kolam kristalisasi dan pemanenan.

1) Proses Pemompaan atau Pengaliran Bahan Baku (Air Laut) ke Kolam Penampungan

Pengaliran bahan baku (air laut) ke kolam penampungan sangat bergantung pada pasang surut air laut. Proses pengaliran bahan baku pada lahan penggaraman di Kabupaten Bangkalan menggunakan metode pintu air. Petani garam akan membuat bangunan semacam bendungan atau penahan air di dekat laut. Bangunan tersebut berupa tembok yang di bagian tengahnya juga dilengkapi dengan pintu air yang terbuat dari papan kayu. Pintu air ini akan dibuka ketika petani hendak mengisi kolam penampungan dan air laut dalam keadaan pasang. Keadaan air yang pasang tersebut membuat air laut dapat mengalir menuju kolam penampungan melalui pintu air. Apabila air yang masuk sudah dirasa cukup, maka pintu air akan ditutup kembali untuk menghalangi masuknya air laut yang berlebih.

Pemanfaatan pasang surut air laut membuat petani garam tidak membutuhkan peralatan khusus untuk mengalirkan air laut ke kolam penampungan sebagai bahan baku pembuatan garam. Pompa penyedot air dibutuhkan hanya pada saat-saat tertentu, yaitu saat ketinggian air laut ketika pasang rendah sehingga air laut yang masuk sedikit dan tidak mampu memenuhi bahan baku yang dibutuhkan. Mesin yang digunakan tersebut menggunakan bahan bakar minyak berupa solar dalam pengoperasiannya.

Tempat penampungan air laut pada lahan penggaraman di Kabupaten Bangkalan adalah berupa kolam penampungan yang memiliki volume sekitar 500

m³. Kolam penampungan ini biasa disebut dengan istilah Bosem. Masa tinggal air laut di kolam penampungan tidak bisa diperkirakan karena setiap harinya pasti terjadi aliran air masuk dan keluar. Air yang masuk merupakan air laut yang berasal dari laut dan air yang keluar merupakan air laut dari kolam penampungan yang disebar ke kolam peminihan.

2) Pengendapan Bahan Baku di Kolam Peminihan

Bahan baku (air laut) yang sudah masuk ke kolam penampungan kemudian akan dialirkan ke kolam-kolam peminihan. Pada awal produksi garam dimulai, semua kolam yang ada pada lahan penggaraman akan diisi dengan air laut. Air laut tersebut akan dibiarkan selama sekitar 3-5 hari. Hal tersebut bertujuan untuk membuat air laut semakin tua. Pengendapan air laut tersebut membuat volume air laut di masing-masing kolam akan berkurang karena mengalami penguapan. Ketika air laut dirasa sudah cukup tua, maka akan dipilih sebuah kolam yang biasanya merupakan kolam yang paling ujung untuk dijadikan sebagai kolam kristalisasi. Air laut yang berada di beberapa kolam peminihan selanjutnya dialirkan ke kolam kristalisasi tersebut hingga penuh dengan bantuan kincir angin. Apabila satu kolam telah penuh dan air laut tua yang sudah diendapkan di kolam peminihan masih ada, maka akan dipilih satu kolam lagi yang sebelumnya memang sudah diisi air laut untuk dijadikan kolam kristalisasi selanjutnya. Air laut pada kolam-kolam peminihan akan dialirkan ke kolam kristalisasi tersebut hingga penuh. Kolam-kolam peminihan yang telah kosong akan segera diisi kembali dengan air laut yang berasal dari kolam penampungan. Air laut tersebut diendapkan kembali. Siklus perpindahan air laut tersebut berlangsung secara terus-menerus selama proses produksi garam. Hal yang membedakan antara air laut di kolam penampungan dengan kolam peminihan adalah ketuaan airnya atau tingkat salinitasnya. Semakin lama diendapkan, maka semakin tinggi juga tingkat salinitasnya.

3) **Proses Kristalisasi Garam di Kolam Kristalisasi**

Proses kristalisasi adalah proses menguapkan air laut yang berasal dari kolam peminihan dengan bantuan panas matahari hingga air laut berubah menjadi butiran garam. Tempat berlangsungnya proses kristalisasi tersebut disebut kolam kristalisasi atau meja kristalisasi. Air laut yang sudah diendapkan di kolam peminihan dan memiliki tingkat salinitas yang sudah sesuai standar akan dialirkan menuju kolam kristalisasi. Air laut akan dibiarkan menguap dengan bantuan panas matahari hingga berubah menjadi butiran-butiran garam. Peralatan yang digunakan dalam proses kristalisasi ini hanya kincir angin yang berfungsi untuk membantu mengalirkan air dari kolam peminihan ke kolam kristalisasi. Proses kristalisasi ini membutuhkan waktu sekitar 15 hari pada awal masa produksi garam. Apabila garam telah mengalami beberapa kali masa panen, maka waktu yang dibutuhkan untuk proses kristalisasi ini akan lebih cepat, yaitu sekitar 8-10 hari. Ciri yang menandakan bahwa proses kristalisasi telah selesai adalah kristal garam sudah terbentuk dan sudah tidak terlihat adanya air laut di kolam kristalisasi.

4) **Pemanenan**

Proses pemanenan dilakukan setelah proses kristalisasi benar-benar telah selesai. Waktu yang dibutuhkan dari awal proses pengaliran bahan baku hingga garam dapat dipanen adalah sekitar 1 bulan. Sistem panen yang digunakan oleh petani di Kabupaten Bangkalan adalah Sistem Maduris. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (tanpa tahun), ada dua sistem pungutan atau pemanenan garam, yaitu Portugis dan Maduris. Sistem Portugis adalah sistem pungutan garam di atas lantai garam, yang terbuat dari kristal garam yang dibuat sebelumnya selama 30 hari, berikut setiap 10 hari dipungut. Sistem Maduris adalah sistem pungutan garam yang dilakukan di atas lantai tanah, selama antara 10-15 hari garam diambil di atas dasar tanah. Ketebalan kristal garam yang siap panen adalah 5-10 cm.

Peralatan yang digunakan dalam proses pemanenan garam berupa sekrop kecil dan sorkot. Sekrop kecil berfungsi untuk menghancurkan butiran garam

yang siap panen agar mudah untuk dikumpulkan. Sorkot adalah alat pengerus yang terbuat dari papan kayu dan juga pegangan kayu yang digunakan untuk mengerus kristal garam yang sudah dihancurkan dan mengumpulkannya pada beberapa titik. Butiran garam tersebut dikumpulkan di pinggir-pinggir lahan garam dan dibiarkan selama kurang lebih 5 hari dengan tujuan mengurangi kandungan air pada garam. Jumlah garam yang bisa dipanen dalam setiap 1 ha lahan garam di Kabupaten Bangkalan adalah sekitar 10 ton.

c. Tahap Pasca Produksi Garam (Perlakuan Pasca Panen) di Kabupaten Bangkalan

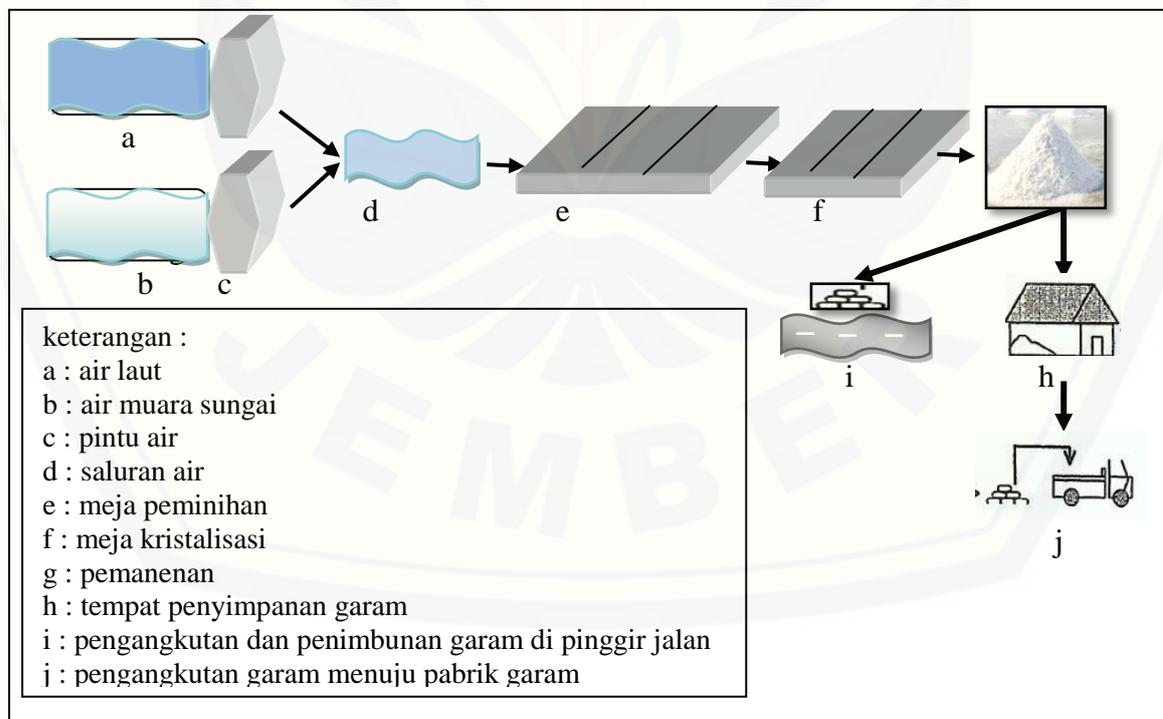
Tahap selanjutnya setelah pemanenan adalah perlakuan pasca panen. Garam yang sudah dipanen dan ditiriskan atau dijemur di pinggir lahan selama sekitar 5 hari selanjutnya akan diangkut. Para petani garam biasanya langsung menjual garam hasil panennya namun pada waktu tertentu juga beberapa petani tidak langsung menjualnya, garam disimpan terlebih dahulu. Garam yang langsung dijual akan dimasukkan ke dalam karung sebelum dilakukan pengangkutan. Petani garam di Kabupaten Bangkalan menjual hasil garamnya tidak langsung pada pabrik garam namun melalui pengepul garam di daerah tersebut. Karung-karung berisi garam diangkut menuju ke gudang penyimpanan garam milik pengepul menggunakan gerobak pengangkut atau motor.

Garam yang disimpan terlebih dahulu sebelum dijual akan diangkut menuju tempat penyimpanan. Perlakuan terhadap garam yang disimpan tersebut berbeda antar petani garam. Beberapa petani menyimpannya dengan dibungkus karung terlebih dahulu. Beberapa petani lainnya langsung mengangkut garam ke tempat penyimpanan tanpa dibungkus karung terlebih dahulu. Tempat penyimpanan garam milik petani garam di Kabupaten Bangkalan sebagian besar berada di sekitar lahan garam. Garam-garam akan dimasukkan dalam karung dan ditumpuk di pinggir lahan atau di dekat tempat penyimpanan peralatan produksi garam dan ditutupi terpal di atasnya. Bentuk penyimpanan garam lainnya adalah dengan menumpuk garam tanpa dibungkus karung di atas tanah dan ditutup dengan terpal

yang dibentuk mirip dengan tenda perkemahan. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di lokasi penelitian, tidak ada petani yang memiliki gudang penyimpanan garam sendiri namun hanya milik para pemasok garam.

4.1.3 Gambaran Tahapan Proses Produksi Garam di Kabupaten Sumenep

Tahapan proses produksi garam di Kabupaten Sumenep adalah rangkaian tahapan produksi garam mulai dari penyiapan lahan hingga perlakuan pasca panen yang dilakukan oleh petani garam di Kabupaten Sumenep. Informasi ini juga diperoleh melalui wawancara dengan ketua salah satu kelompok tani garam yang ada di Kabupaten Sumenep. Selain itu, juga dilakukan observasi terkait lokasi penggaraman. Secara umum, tahapan proses produksi garam di Kabupaten Sumenep tidak jauh berbeda dengan tahapan proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan, yaitu meliputi tiga tahap, terdiri dari pra produksi (penyiapan lokasi penggaraman), proses produksi dan pasca produksi (perlakuan pasca panen). Alur proses produksi garam di Kabupaten Sumenep dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2 Alur proses produksi garam di Kabupaten Sumenep

a. Tahap Pra Produksi (Penyiapan Lokasi Penggaraman) di Kabupaten Sumenep

Tahap pra produksi adalah salah satu tahapan produksi garam meliputi semua hal yang dilakukan dan dipersiapkan guna menyiapkan lahan penggaraman yang siap pakai untuk proses produksi garam. Usaha produksi garam rakyat di Kabupaten Sumenep juga telah dimulai sejak beberapa tahun yang lalu sehingga lahan penggaraman yang digunakan untuk produksi garam telah ada. Penyiapan lahan penggaraman yang dilakukan di Kabupaten Sumenep hanya memperbaiki dan menata kembali lahan penggaraman yang sudah ada agar siap digunakan untuk produksi garam. Hal-hal yang dilakukan dalam penyiapan lahan penggaraman ini pun tidak jauh berbeda dengan penyiapan lahan penggaraman di Kabupaten Bangkalan, yaitu meliputi pengeringan lahan, pembersihan lahan, pemetakan lahan, perataan tanah pada lahan dan pembuatan saluran air.

Hal pertama yang dilakukan adalah pengeringan lahan. Air yang tersisa di lahan garam, baik itu air hujan maupun sisa air tambak ikan, semua akan dibuang melalui saluran pembuangan air yang menuju ke laut. Setelah itu lahan dibiarkan mengering dengan bantuan panas matahari. Hal selanjutnya adalah pembersihan lahan dari berbagai kotoran dan tanaman pengganggu. Peralatan yang digunakan dalam pembersihan lahan ini adalah sorkot. Sorkot berfungsi untuk membersihkan lumut yang menempel pada tanah dan mengais kotoran-kotoran yang ada pada lahan penggaraman. Setelah lahan garam dibersihkan, hal selanjutnya yang dilakukan adalah pemetakan lahan. Pemetakan lahan ini dilakukan untuk mempertegas bentuk konstruksi penggaraman. Konstruksi penggaraman yang dipakai oleh petani garam rakyat di Kabupaten Sumenep adalah konstruksi komplek meja (*table complex*). Pemetakan lahan ini dilakukan dengan membentuk kembali petak-petak penggaraman atau yang disebut dengan meja-meja penggaraman. Meja-meja penggaraman ini sangat penting dibuat karena sangat berpengaruh saat proses produksi garam, yaitu pada alur pemindahan air laut (bahan baku). Setelah petakan pada lahan penggaraman telah terbentuk secara baik, maka selanjutnya adalah meratakan tanahnya. Lahan penggaraman yang tidak difungsikan atau dialihfungsikan sebagai tambak ikan selama musim

penghujan membuat permukaan tanah tidak rata lagi sehingga perataan tanah di lahan penggaraman perlu dilakukan. Hal terakhir yang dilakukan dalam peyiapan lahan penggaraman adalah pembuatan saluran air yang berfungsi untuk mengalirkan air laut menuju meja-meja atau petak-petak penggaraman.

Ukuran tiap-tiap petakan dalam lahan penggaraman milik petani garam di Kabupaten Sumenep adalah beragam, diantaranya yaitu 50 cm x 17 cm, 45 cm x 15 cm, dan 60 x 17 cm. Jarak lahan penggaraman dengan lokasi sumber bahan baku juga beragam, yaitu sekitar 5 m – 500 m. Waktu yang dibutuhkan dalam tahap penyiapan lahan penggaraman di Kabupaten Suemenep adalah sekitar 15 hari untuk 1 ha tambak garam. Waktu pengerjaan ini tergantung pada jumlah orang yang mengerjakannya.

b. Tahap Proses produksi Garam di Kabupaten Sumenep

Proses produksi adalah serangkaian alur kegiatan pembuatan garam di lahan tambak garam. Proses produksi garam di Kabupaten Sumenep tidak jauh berbeda dengan proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan. Hal tersebut dikarenakan metode produksi garam yang digunakan di kedua kabupaten adalah sama, yaitu metode produksi garam tradisional. Metode tradisional ini sangat bergantung pada panas matahari untuk proses penguapan air laut hingga menjadi butiran-butiran kristal garam. Proses produksi garam di Kabupaten Sumenep meliputi proses pemompaan atau pengaliran bahan baku (air laut) ke kolam penampungan, pengendapan bahan baku di kolam peminihan, proses kristalisasi garam di kolam kristalisasi dan pemanenan garam.

1) Proses Pemompaan atau Pengaliran Bahan Baku (Air Laut) ke Kolam Penampungan

Proses pengaliran air laut pada lahan penggaraman di Kabupaten Sumenep adalah menggunakan metode pintu air. Petani membangun semacam bendungan atau penahan air di dekat laut. Bangunan tersebut berupa tembok yang di bagian tengahnya juga dilengkapi dengan pintu air yang terbuat dari papan kayu. Pintu air ini akan dibuka ketika petani hendak mengisi kolam penampungan dan air laut

dalam keadaan pasang. Saat pintu air dibuka, air laut yang pasang akan mengalir melalui pintu air tersebut menuju saluran air.

Tempat penampungan air laut pada lokasi penelitian di Kabupaten Sumenep dan Bangkalan terdapat perbedaan. Tempat penampungan air laut di Kabupaten Bangkalan berupa kolam penampungan yang biasa disebut dengan Bosem. Sebelum memasuki saluran air, air laut ditampung di kolam Bosem terlebih dahulu. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, lahan garam di ketiga desa yang menjadi lokasi penelitian tidak memiliki kolam Bosem. Air laut langsung dialirkan menuju saluran air.

Pemanfaatan pasang surut air laut membuat petani garam tidak membutuhkan peralatan khusus untuk mengalirkan air laut ke kolam penampungan sebagai bahan baku pembuatan garam. Namun, pada kondisi tertentu petani garam memerlukan mesin pemompa air untuk mengalirkan air ke kolam penampungan. Hal tersebut dibutuhkan saat ketinggian air pasang laut rendah sehingga air laut yang masuk sedikit dan tidak mampu memenuhi bahan baku yang dibutuhkan. Mesin yang digunakan tersebut menggunakan bahan bakar minyak berupa solar dalam pengoperasiannya. Proses pengaliran bahan baku (air laut) ini berlangsung setiap hari. Volume air yang masuk tidak menentu setiap harinya.

2) Pengendapan Bahan Baku di Kolam Peminihan

Proses pengaliran dan pengendapan air laut pada kolam peminihan di Kabupaten Sumenep prinsipnya sama dengan Kabupaten Bangkalan. Bahan baku (air laut) yang sudah masuk ke saluran air kemudian akan dialirkan ke kolam-kolam peminihan yang telah disiapkan. Air laut akan dibiarkan selama 3-5 hari hingga diperoleh nilai salinitas atau ketuaan air yang sesuai dengan standar. Pada awal masa produksi, semua petakan di lahan penggaraman akan menjadi kolam peminihan. Setelah air laut memiliki salinitas atau ketuaan air yang memenuhi standar, maka akan dipilih beberapa petakan yang awalnya merupakan kolam peminihan menjadi kolam kristalisasi. Air tua akan dikumpulkan dalam satu atau dua kolam kristalisasi untuk diendapkan kembali menjadi butiran kristal garam.

Sisa air tua dari kolam peminihan akan dikembalikan menuju saluran air awal untuk diikuti dalam alur proses produksi garam yang berikutnya. Kolam peminihan yang sudah kosong karena airnya sudah dipindah ke kolam kristalisasi akan diisi kembali dengan air laut yang ada di saluran air. Alur perpindahan air tersebut berlangsung secara terus menerus selama masa produksi garam.

3) Proses Kristalisasi Garam di Kolam Kristalisasi

Proses kristalisasi adalah proses menguapkan air laut yang berasal dari kolam peminihan dengan bantuan panas matahari hingga air laut berubah menjadi butiran garam. Proses kristalisasi pada lahan penggaraman di Kabupaten Sumenep secara umum sama dengan proses kristalisasi pada lahan penggaraman di Kabupaten Bangkalan. Proses kristalisasi ini berlangsung di kolam kristalisasi atau meja kristalisasi. Prinsip dasarnya adalah sama, yaitu menguapkan air laut yang berasal dari kolam peminihan hingga menjadi butiran kristal garam dengan memanfaatkan tenaga matahari. Waktu yang dibutuhkan dalam proses kristalisasi di Kabupaten Sumenep beragam, rata-rata membutuhkan waktu sekitar 10 hari. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di lapangan, terdapat area penggaraman yang sumber air lautnya tidak langsung dari laut namun melalui muara sungai. Hal tersebut akan mempengaruhi waktu yang dibutuhkan dalam proses kristalisasi. Waktu yang dibutuhkan akan lebih lama, yaitu sekitar 15 hari. Hal tersebut dikarenakan salinitas air di muara sungai lebih rendah dibandingkan dengan air laut. Ciri yang menandakan bahwa proses kristalisasi telah selesai adalah kristal garam sudah terbentuk dan sudah tidak terlihat adanya air laut di kolam kristalisasi.

4) Pemanenan

Pemanenan adalah proses mengumpulkan kristal garam yang telah jadi untuk dapat dimanfaatkan. Waktu yang dibutuhkan dari awal proses pengaliran bahan baku hingga garam dapat dipanen adalah sekitar 15 hari. Sistem pungutan atau pemanenan garam di Kabupaten Sumenep sama dengan sistem pemanenan di Kabupaten Bangkalan, yaitu sistem Maduris. Sistem Maduris adalah sistem

pungutan garam yang dilakukan di atas lantai tanah, selama antara 10-15 hari garam diambil di atas dasar tanah (Kementerian Kelautan dan Perikanan, tanpa tahun). Ketebalan kristal garam yang siap panen adalah 5-10 cm.

Peralatan yang digunakan dalam proses pemanenan garam di Kabupaten Sumenep adalah sorkot dan alat pemecah garam. Alat pemecah garam ini digunakan untuk menghancurkan lapisan garam di kolam kristalisasi. Alat ini biasanya terbuat dari besi runcing berbentuk garpu. Tujuannya adalah agar garam mudah untuk dipanen menggunakan sorkot. Sorkot adalah alat pengerus yang terbuat dari papan kayu dan juga pegangan kayu. Alat ini digunakan untuk mengerus kristal garam di meja kristalisasi dan mengumpulkannya pada beberapa titik. Butiran garam tersebut biasanya dikumpulkan di pinggir-pinggir lahan garam dan dibiarkan selama sekitar 2 hari dengan tujuan untuk mengurangi kandungan air pada butiran garam. Jumlah garam yang bisa dipanen dalam setiap 1 ha lahan garam adalah 1 ton untuk panen pertama sedangkan untuk panen selanjutnya bisa mencapai sekitar 5 ton garam.

c. Tahap Pasca Produksi Garam (Perlakuan Pasca Panen) di Kabupaten Sumenep

Tahap selanjutnya setelah pemanenan adalah perlakuan pasca panen. Seperti halnya di Kabupaten Bangkalan, perlakuan pasca panen garam di Kabupaten Sumenep juga tergantung pada tujuannya, yaitu langsung dijual atau disimpan terlebih dahulu. Perbedaannya adalah jika di Kabupaten Bangkalan para petani bisa langsung menjual garam hasil panennya ke gudang milik pengepul garam yang ada di daerah tersebut. Jika di Kabupaten Sumenep, para petani akan memasukkan garam-garam yang sudah dipanen dan dijemur ke dalam karung dan mengangkut karung-karung berisi garam tersebut ke pinggir jalan raya. Pada hari berikutnya, garam akan diangkut menuju pabrik garam.

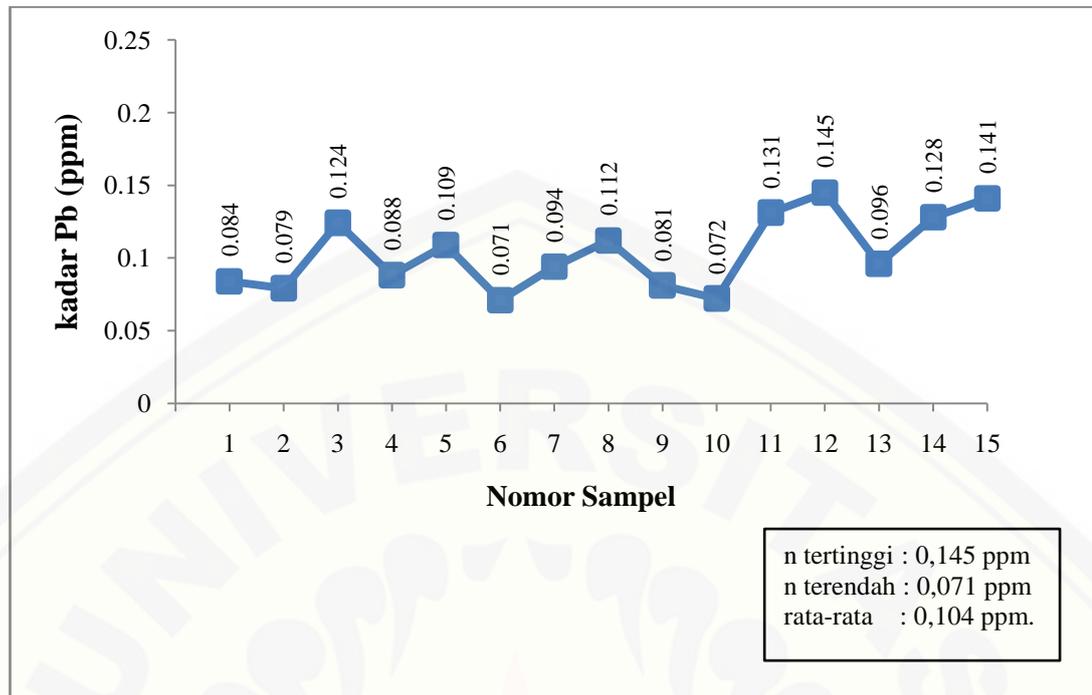
Garam yang akan disimpan terlebih dahulu sebelum dijual akan diangkut menuju tempat penyimpanan. Garam yang akan disimpan ada yang dimasukkan dalam karung sebelum diangkut dan ada juga yang langsung diangkut begitu saja tanpa dimasukkan ke dalam karung. Tempat penyimpanan garam milik petani

sebagian besar berada di sekitar lahan garamnya. Garam-garam dimasukkan dalam karung dan ditumpuk di pinggir lahan atau di dekat tempat penyimpanan peralatan produksi garam dan ditutupi terpal di atasnya. Bentuk penyimpanan garam lainnya adalah dengan menumpuk garam tanpa dibungkus karung di atas tanah dan ditutup dengan terpal yang dibentuk mirip dengan tenda perkemahan.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di lokasi penelitian, tidak ada petani yang memiliki gudang penyimpanan garam sendiri. Gudang penyimpanan yang ada biasanya milik para pemasok garam atau milik seseorang yang disewakan. Gudang yang disewakan tersebut akan dijadikan tempat penyimpanan garam milik para petani dengan membayar uang sewa sesuai jumlah karung garamnya. Lama penyimpanan garam tersebut tidak dapat dipastikan, namun biasanya petani akan menjualnya setelah menjelang masa produksi berikutnya. Semakin lama garam disimpan, maka beratnya akan semakin menyusut meskipun hanya sedikit.

4.1.4 Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar Pb pada garam di dua kabupaten, yaitu Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep. Sampel garam yang diteliti berjumlah 15 sampel dari Kabupaten Bangkalan dan 15 sampel dari Kabupaten Sumenep. Pemeriksaan kadar Pb pada semua sampel garam dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya. Hasil pemeriksaan kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dapat dilihat pada gambar berikut:

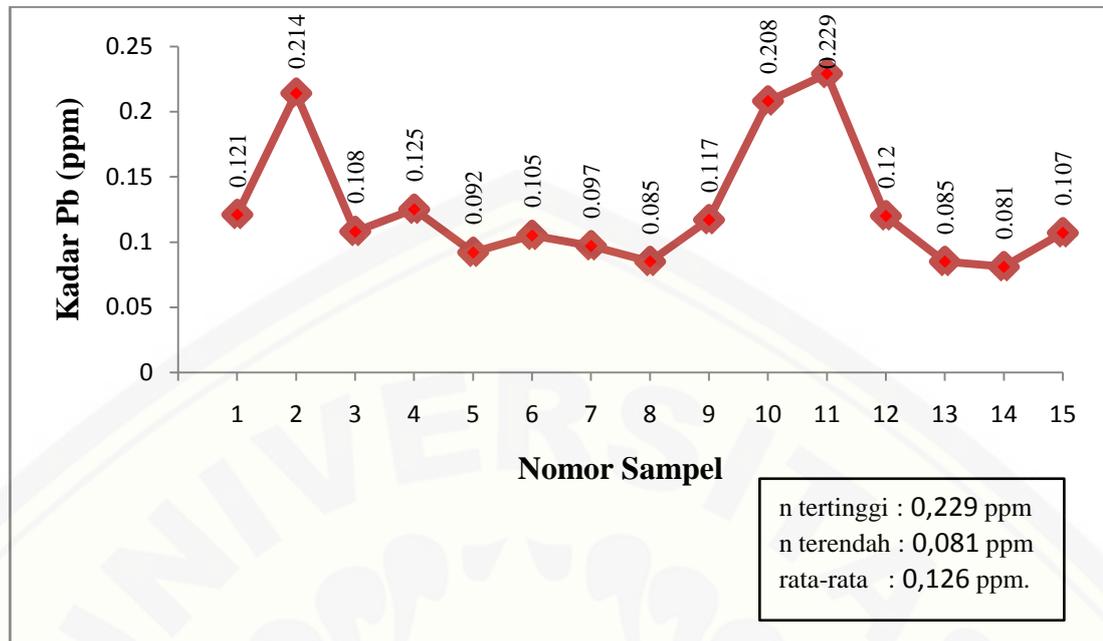


Gambar 4.3 Kadar Pb pada 15 sampel Garam di Kabupaten Bangkalan

Kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan menunjukkan nilai yang bervariasi. Kadar Pb tertinggi adalah 0,145 ppm yaitu pada sampel garam nomor 12 yang diambil dari Desa Pesanggrahan, Kecamatan Kwanyar, Kabupaten Bangkalan. Kadar Pb terendah adalah 0,071 ppm yaitu pada sampel garam nomor 6 yang juga diambil dari Desa Pesanggrahan, Kecamatan Kwanyar, Kabupaten Bangkalan. Rata-rata kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan adalah 0,104 ppm.

4.1.5 Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Sumenep

Kabupaten Sumenep adalah kabupaten paling ujung timur dari Pulau Madura. Jumlah sampel garam yang diambil di Kabupaten Sumenep sama dengan di Kabupaten Bangkalan, yaitu berjumlah 15 sampel. Hasil pemeriksaan kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep dapat dilihat pada gambar berikut :

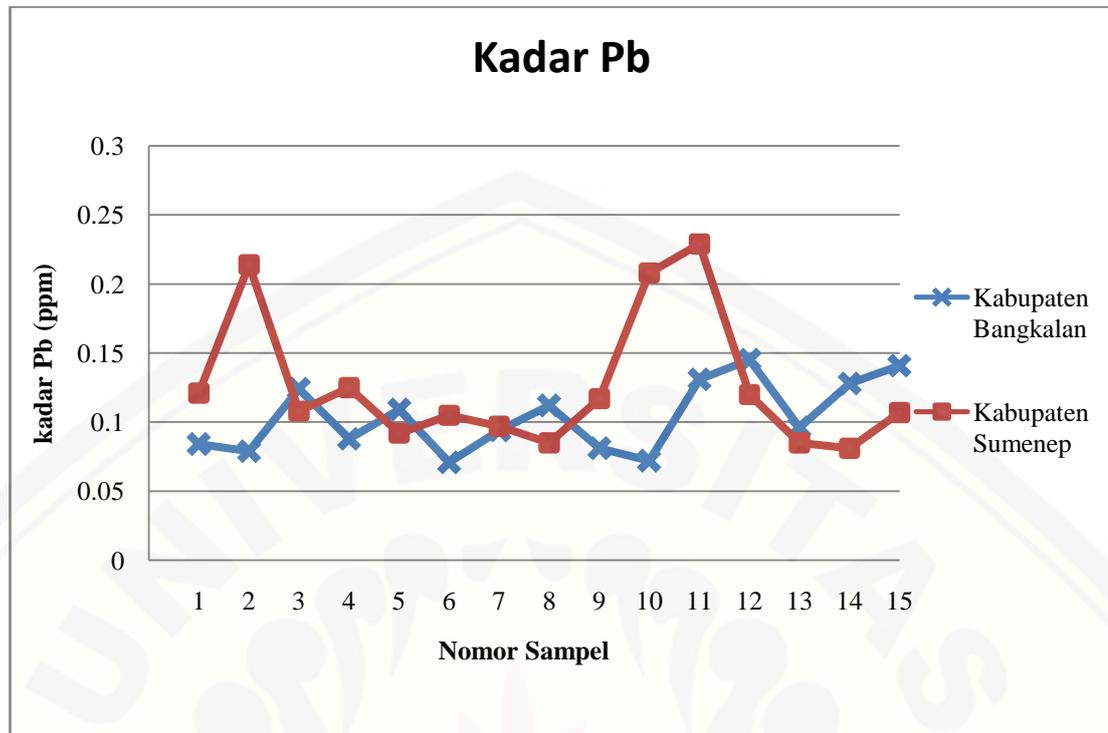


Gambar 4.4 Kadar Pb pada 15 sampel Garam di Kabupaten Sumenep

Kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep juga menunjukkan nilai yang bervariasi. Kadar Pb tertinggi adalah 0,229 ppm yaitu pada sampel garam nomor 11 yang diambil dari Desa Sentol, Kecamatan Pragaan, Kabupaten Sumenep. Kadar Pb terendah adalah 0,081 ppm yaitu pada sampel garam nomor 14 yang diambil dari Desa Saroka, Kecamatan Saronggi, Kabupaten Sumenep. Rata-rata kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep adalah 0,126 ppm.

4.1.6 Perbedaan Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep

Penelitian ini merupakan sebuah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep dan Kabupaten Bangkalan. Oleh karena itu dilakukan pengambilan sampel garam sebanyak 30 sampel dari kedua kabupaten dan dilakukan pengujian kadar Pb. Berikut adalah kadar Pb pada 30 sampel garam yang diambil di kedua kabupaten, yaitu Kabupaten Bangkalan dan Sumenep.



Gambar 4.5 Kadar Pb pada 30 sampel garam di Bangkalan dan Sumenep

Kadar Pb pada 30 sampel garam yang diambil dari Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep menunjukkan nilai yang bervariasi. Kadar Pb tertinggi adalah 0,229 ppm yaitu pada sampel garam nomor 11 yang diambil dari Desa Sentol, Kecamatan Pragaan, Kabupaten Sumenep. Kadar Pb terendah adalah 0,071 ppm yaitu pada sampel garam nomor 6 yang diambil dari Desa Pesanggrahan, Kecamatan Kwanyar, Kabupaten Bangkalan. Selisih antara kadar Pb tertinggi dan terendah di kedua kabupaten adalah sebesar 0,158 ppm.

Sebelum dilakukan analisis data secara statistik untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep, dilakukan uji normalitas terlebih dahulu terhadap data kadar Pb pada garam di dua kabupaten. Uji normalitas tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah data kadar Pb pada garam berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolahan data, yaitu

aplikasi SPSS *for windows*. Berikut ini adalah hasil uji normalitas data kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep.

Tabel 4.1 Uji Normalitas Data Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep

Kabupaten	Jumlah Sampel (n)	Signifikansi
Bangkalan	15	0,233*
Sumenep	15	0,001

*) Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui nilai signifikansi kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan adalah 0,233 ($p = 0,233 > \alpha = 0,05$), namun signifikansi kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep adalah 0,001 ($p = 0,001 < \alpha = 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Oleh sebab itu analisis statistik yang digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep adalah analisis statistik non parametrik. Uji statistik yang digunakan adalah Uji *Mann-Whitney*. Uji *Mann-Whitney* merupakan salah satu alternatif uji t dua sampel bebas ketika data tidak berskala interval atau rasio namun berskala ordinal, jumlah data sedikit dan tidak diketahui distribusi datanya atau tidak berdistribusi normal. Berikut adalah hasil uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep. Pengujian dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolahan data, yaitu aplikasi SPSS *for windows*.

Tabel 4.2 Uji *Mann-Whitney*

Kabupaten	Jumlah Sampel (n)	Signifikansi
Bangkalan	15	0,305
Sumenep	15	

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa nilai signifikansi antara dua kelompok sampel adalah 0,305. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih besar daripada nilai α (0,05). Berdasarkan hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep. Hasil uji kadar Pb pada garam di kedua kabupaten memang menunjukkan nilai yang bervariasi, namun secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Gambaran Tahapan Produksi Garam di Kabupaten Bangkalan

Proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan merupakan proses produksi garam dari air laut dengan metode penguapan atau evaporasi. Metode produksi garam ini memanfaatkan energi matahari dan angin. Metode evaporasi merupakan suatu metode produksi garam secara tradisional. Menurut Suhelmi *et al.*, (2013:2), sistem produksi garam dengan menggunakan metode evaporasi diterapkan pada pembuatan garam tradisional di sepanjang pantai Pulau Madura. Garam rakyat tradisional di pulau ini umumnya dibuat dengan cara menimba air laut, kemudian dimasukkan ke dalam ladang penguapan sehingga langsung dihasilkan kristal garam. Selain metode evaporasi, juga terdapat metode produksi garam lainnya. Menurut Adi *et al.*, (2006:13), teknologi produksi garam yang umum dilakukan adalah dengan metode penguapan air laut / evaporasi dengan tenaga surya. Cara lain adalah dengan metode penguapan air laut / brine / air garam dengan bahan bakar, elektrodialisis (*ion exchange membrane*) dan dengan metode penambangan garam dari batuan garam (*rock salt*).

Tahapan proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan meliputi tahap pra produksi, proses produksi dan pasca produksi. Secara umum, tahapan tersebut sesuai dengan tahapan produksi garam yang dijelaskan oleh Adi *et al.*, (2006:13) yaitu pembuatan konstruksi tambak garam, penampungan air laut, peminihan, kristalisasi, perawatan dan pemantauan, serta pemanenan. Tahap pra produksi garam di Kabupaten bangkalan meliputi pembuatan konstruksi tambak garam dan

penyiapan lahan penggaraman (pengeringan lahan, pembersihan lahan, perataan tanah pada lahan dan pembuatan saluran air). Bagian-bagian yang terdapat pada konstruksi tambak garam di Kabupaten Bangkalan meliputi kolam penampungan (Bosem), kolam peminihan dan kolam kristalisasi. Konstruksi tambak garam yang digunakan adalah konstruksi kompleks meja. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (tanpa tahun), ada dua macam konstruksi penggaraman yang dipakai di Indonesia, yaitu konstruksi tangga dan konstruksi kompleks meja. Penggaraman dengan konstruksi tangga terdiri dari peminihan-peminihan dan meja-meja garam dengan konstruksi menyerupai tangga sehingga aliran air berjalan secara alamiah (gravitasi) sedangkan pada konstruksi kompleks meja, konstruksi penggaraman luas dan letaknya tidak teratur. Oleh sebab itu, dalam aplikasinya para petani menggunakan media kincir angin dan pintu air untuk memindahkan air dari satu meja ke meja berikutnya. Sementara itu, tahap proses produksi garam meliputi pengaliran air laut ke kolam penampungan (Bosem), peminihan, kristalisasi dan pemanenan. Tahapan selanjutnya adalah tahap pasca panen yang meliputi pengangkutan garam yang sudah dipanen.

4.2.2 Gambaran Tahapan Produksi Garam di Kabupaten Sumenep

Proses produksi garam di Kabupaten Sumenep juga menggunakan metode evaporasi sebagaimana produksi garam di Kabupaten Bangkalan. Tahapan produksi garam di Kabupaten Sumenep juga meliputi tahap pra produksi, produksi dan pasca produksi. Secara umum, tahapan produksi garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep adalah sama. Konstruksi penggaraman yang digunakan adalah konstruksi kompleks meja. Meskipun menggunakan jenis konstruksi yang sama, bagian-bagian yang terdapat pada konstruksi penggaraman di Kabupaten Sumenep sedikit berbeda dengan Kabupaten Bangkalan, yaitu pada kolam penampungan air laut. Konstruksi penggaraman di Kabupaten Bangkalan memiliki kolam penampungan yang disebut dengan Bosem. Fungsi dari Bosem itu sendiri adalah untuk menampung air laut sebelum menuju ke meja peminihan. Pada konstruksi penggaraman di Kabupaten Sumenep, tempat penampungan air

laut yang digunakan berupa saluran air yang nantinya akan langsung menuju ke kolam peminihan.

Perbedaan lainnya adalah penggunaan sumber bahan baku. Bahan baku produksi garam yang digunakan pada proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan adalah bersumber dari air laut. Sementara itu, bahan baku produksi garam yang digunakan pada proses produksi garam di Kabupaten Sumenep adalah bersumber dari air laut dan muara sungai yaitu pada penggarapan di Desa Saroka. Selain itu, hal yang membedakan tahapan produksi garam di Kabupaten Sumenep dengan Kabupaten Bangkalan adalah pada tahap pasca panen. Tahap pasca panen garam meliputi pengangkutan garam. Pengangkutan garam ini bergantung pada tujuannya, yaitu dijual atau disimpan. Garam milik para petani garam di Kabupaten Bangkalan yang hendak dijual akan diangkut menuju gudang milik pemasok garam yang ada di daerah tersebut. Sementara itu, garam milik petani garam di Kabupaten Sumenep yang hendak dijual akan diangkut menuju ke jalan raya untuk nantinya diangkut kembali menggunakan mobil pengangkut garam menuju ke pabrik garam yang dituju.

4.2.3 Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan

Hasil pengujian pada 15 sampel garam di Kabupaten Bangkalan menunjukkan nilai yang variatif yaitu berkisar antara 0,071 ppm hingga 0,104 ppm. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa kadar Pb pada semua sampel masih di bawah batas maksimum yang telah ditentukan dalam SNI 3556-2010 tentang Garam Beryodium dan SNI 7387-2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan yaitu 10 ppm. Kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan masih berada dalam batas aman. Meskipun demikian, terdeteksinya kadar Pb pada garam menunjukkan adanya kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan. Menurut Widowati *et al.*, (2008:110), pencemaran Pb berasal dari sumber alami maupun limbah hasil aktivitas manusia dengan jumlah yang terus meningkat, baik di lingkungan air, udara maupun darat. Berdasarkan hal tersebut, adanya kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten

Bangkalan dapat bersumber dari sumber alami maupun hasil aktivitas manusia baik di lingkungan air, udara maupun darat atau tanah.

Menurut Palar (2004:80), Pb dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Sampel garam dalam penelitian ini merupakan garam yang diproduksi menggunakan bahan baku dari air laut yang bersumber dari perairan Selat Madura. Menurut Prihatno *et al.*, (2013), kondisi perairan Selat Madura cenderung berubah akibat perubahan iklim, menumpuknya berbagai polutan, bahkan konsekuensi dari buangan lumpur Lapindo. Kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dapat berasal dari air laut jika sumber air laut yang digunakan sebagai bahan baku terkontaminasi atau tercemar oleh Pb. Berdasarkan data BPS Kabupaten Bangkalan dalam Standar Pelayanan Minimal (SPM) Bidang Lingkungan Hidup Kabupaten Bangkalan (2012), terdapat beberapa industri yang telah tumbuh dan berkembang serta berpotensi mencemari air, yaitu industri batik tulis, pabrik tahu, galangan kapal PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia (ASSI), pupuk fosfat dan pandai besi. Dari beberapa industri tersebut, jenis industri yang berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung Pb adalah galangan kapal dan pupuk fosfat.

Logam Pb juga dapat berada di lingkungan udara. Menurut Palar (2004:78), emisi Pb ke dalam lapisan atmosfer bumi dapat berbentuk gas dan partikulat. Faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan pencemaran Pb pada udara di sekitar lokasi penggaraman di Kabupaten Bangkalan adalah hasil buangan dari kendaraan bermotor di jalan raya. Palar (2004:78) mengatakan bahwa Pb yang ada dalam tatanan udara terutama bersumber dari buangan (asap) kendaraan bermotor. Berdasarkan hasil wawancara, jarak lokasi penggaraman di Kabupaten Bangkalan dengan jalan raya berkisar antara 5-500 meter. Widowati *et al.*, (2008:114) mengatakan bahwa sekitar 10% Pb dari emisi gas buang kendaraan bermotor yang mengendap langsung di tanah dalam jarak 100 m dari jalan. Meskipun demikian, arus angin dapat menerbangkan debu-debu dan partikulat-partikulat yang mengandung Pb ke daerah yang memiliki jarak sangat jauh. Hal ini dibuktikan oleh hasil penelitian terhadap kandungan Pb yang terdapat pada lapisan es di

Greenland pada tahun 1969 (Palar, 2004:78). Hal tersebut menunjukkan bahwa partikel Pb di udara yang berpotensi menyebabkan kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan tidak selalu berasal dari hasil buangan kendaraan bermotor di sekitar lokasi penggaraman. Partikel Pb di udara yang terbawa oleh arus angin dari daerah lain juga berpotensi menjadi sumber kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan.

Selain itu, Pb di lingkungan dapat berasal dari lingkungan tanah. Menurut Alloway (1995) dalam Riadi (2014), sumber alami logam berat dalam tanah berasal dari bahan induk pembentuk tanah. Sumber antropogenik logam berat dalam tanah dan lingkungan meliputi pertambangan dan peleburan mineral logam; bahan pertanian dan hortikultura; lumpur limbah; pembakaran bahan bakar fosil; industri logam (manufaktur, penggunaan dan pembuangan limbah komoditas berbahan logam); elektronika (manufaktur, penggunaan dan pembuangan limbah komoditas elektronika); industri kimia dan manufaktur lainnya; dan pembuangan limbah. Faktor yang berpotensi menyebabkan kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan adalah kandungan alami Pb di tanah dan kegiatan pertanian. Kontaminasi Pb yang dapat bersumber dari kegiatan pertanian adalah dalam penggunaan pupuk organik, pupuk fosfat dan pestisida yang terdeteksi mengandung logam Pb (Hayati, 2010; Hartini, 2010; dan Karyadi *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil observasi di lapangan, di sekitar area penggaraman di Kabupaten Bangkalan juga terdapat area pertanian yang juga dimanfaatkan oleh masyarakat untuk bercocok tanam. Hal tersebut menyebabkan adanya potensi kontaminasi Pb di lahan penggaraman yang berasal dari residu pestisida dan pupuk yang digunakan untuk kegiatan pertanian di sekitar area penggaraman.

4.2.4 Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Sumenep

Hasil pengujian pada 15 sampel garam di Kabupaten Sumenep menunjukkan bahwa kadar Pb pada semua sampel masih di bawah batas maksimum yang telah ditentukan dalam SNI 3556-2010 tentang Garam Beryodium dan SNI 7387-2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat

dalam Pangan yaitu 10 ppm atau 10 mg/kg. Kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep masih berada pada batas aman namun Pb pada garam masih terdeteksi meskipun dalam kadar yang kecil. Terdeteksinya kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep menunjukkan adanya kontaminasi Pb pada garam. Seperti halnya di Kabupaten Bangkalan, kontaminasi Pb dapat bersumber dari sumber alami maupun hasil aktivitas manusia baik di lingkungan air, udara maupun darat atau tanah. Kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten Sumenep dapat berasal dari air laut jika sumber air laut yang digunakan sebagai bahan baku terkontaminasi atau tercemar oleh Pb. Faktor yang berpotensi menjadi pencemar Pb pada perairan laut di Kabupaten Sumenep adalah adanya usaha pertambangan migas. Menurut Karim dalam Humas Pemerintah Kabupaten Sumenep (2013), Terdapat 10 blok pertambangan migas di Kabupaten Sumenep. Kegiatan tambang minyak merupakan salah satu jenis industri pembuang limbah yang mengandung Pb. Oleh karena itu, kegiatan tambang minyak di Kabupaten Sumenep dapat menjadi salah satu faktor yang berpotensi untuk menyebabkan kontaminasi atau pencemaran Pb pada perairan laut di Kabupaten Sumenep dimana bahan baku pembuatan garam di Kabupaten Sumenep adalah air laut.

Sumber kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten Sumenep juga dapat berasal dari udara dan tanah. Hal tersebut dikarenakan menurut Widowati *et al.*, (2008:110), pencemaran Pb berasal dari sumber alami maupun limbah hasil aktivitas manusia dengan jumlah yang terus meningkat, baik di lingkungan air, udara maupun darat. Faktor yang berpotensi meningkatkan kadar Pb di udara sekitar area penggaraman adalah asap kendaraan bermotor. Berdasarkan hasil wawancara, jarak area penggaraman di Kabupaten Sumenep adalah sekitar 750 meter dari jalan raya. Pb di udara dapat berupa gas dan partikel sehingga partikel tersebut bisa jatuh ke area penggaraman saat proses produksi garam berlangsung. Sementara itu, faktor yang berpotensi menjadi sumber Pb di tanah sekitar area penggaraman di Kabupaten Sumenep adalah kegiatan pertanian. Kontaminasi Pb yang dapat bersumber dari kegiatan pertanian adalah dalam penggunaan pupuk organik, pupuk fosfat dan pestisida yang terdeteksi mengandung logam Pb (Hayati, 2010; Hartini, 2010; dan Karyadi, 2011). Berdasarkan hasil observasi di

lapangan, terdapat area pertanian yang aktif di sekitar area penggaraman di Kabupaten Sumenep. Penggunaan pestisida dan pupuk untuk kegiatan pertanian berpotensi untuk meningkatkan kadar Pb di tanah sekitar area penggaraman.

4.2.5 Perbedaan Kadar Pb pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep

Kadar Pb pada 30 sampel garam yang diambil dari tempat penyimpanan garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep menunjukkan nilai yang bervariasi. Kadar Pb tertinggi adalah 0,229 ppm yaitu pada sampel garam nomor 11 yang diambil dari Desa Sentol, Kecamatan Pragaan, Kabupaten Sumenep. Sementara itu, kadar Pb terendah adalah 0,071 ppm yaitu pada sampel garam nomor 6 yang diambil dari Desa Pesanggrahan, Kecamatan Kwanyar, Kabupaten Bangkalan. Selisih antara kadar Pb tertinggi dan terendah di kedua kabupaten adalah 0,158 ppm.

Penelitian ini merupakan sebuah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep dan Kabupaten Bangkalan sehingga dilakukan uji beda menggunakan uji *Mann-Whitney*. Pengujian dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolahan data, yaitu aplikasi *SPSS for windows*. Berdasarkan hasil uji tersebut, diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep. Berdasarkan nilai rata-rata, kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep memang menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan Kabupaten Bangkalan namun secara statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di kedua kabupaten.

Berdasarkan letak daerah, Kabupaten Bangkalan berada di ujung barat Pulau Madura dimana lokasinya lebih dekat dengan daerah-daerah yang berpotensi menjadi sumber pencemaran Pb di perairan Selat Madura, seperti Jalur Pelayaran Tanjung Perak, Muara Kali Surabaya dan Muara Kali Porong. Selain itu, lokasi Kabupaten Bangkalan juga lebih dekat dengan daerah industri seperti

Gresik, Surabaya dan Sidoarjo dibandingkan dengan Kabupaten Sumenep. Kabupaten Sumenep berada di ujung timur Pulau Madura dimana lokasinya lebih jauh dengan daerah-daerah yang berpotensi menjadi sumber pencemaran Pb di perairan Selat Madura dan jauh dengan daerah-daerah industri. Berdasarkan hal tersebut, hipotesis dalam penelitian adalah terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep. Namun, hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di kedua kabupaten. Selain itu, berdasarkan nilai rata-rata kadar Pb pada garam di kedua kabupaten menunjukkan bahwa kadar Pb di Kabupaten Sumenep memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi.

Menurut Connel dan Miller (2006:345), sumber logam di perairan dapat berasal dari sumber alami dan buangan hasil aktivitas manusia. Beberapa sumber masukan yang berasal dari buangan hasil aktivitas manusia adalah kegiatan pertambangan, limbah rumah tangga, limbah dan buangan industri serta aliran pertanian. Perairan Kabupaten Bangkalan dan Sumenep memiliki potensi untuk memiliki kadar Pb secara alami. Sementara itu, buangan hasil aktivitas manusia yang mengandung Pb juga dapat menjadi sumber Pb di perairan Kabupaten Bangkalan dan Sumenep. Potensi sumber cemaran Pb di Kabupaten Sumenep adalah adanya beberapa kegiatan pertambangan migas dimana beberapa diantaranya berada di Kecamatan Pragaan dan Saronggi yang merupakan lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini. Connel dan Miller (2006:346) menyebutkan bahwa kegiatan proses pengambilan bijih, peleburan dan penyulingan minyak dapat menyebabkan hamburan dan penimbunan sejumlah besar logam runtuhan seperti Pb, Zn, Cu, As, dan Ag ke dalam saluran pembuangan di sekelilingnya atau pengeluaran langsung ke dalam lingkungan perairan. Berdasarkan hal tersebut, terdapat kemungkinan adanya kontaminasi Pb pada garam yang berasal dari kegiatan pertambangan di Kabupaten Sumenep dimana beberapa kegiatan pertambangan tersebut berada di Kecamatan Pragaan dan Saronggi yang merupakan lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini. Sementara itu, buangan hasil aktivitas manusia yang berpotensi menjadi sumber Pb di Kabupaten Bangkalan adalah keberadaan industri galangan kapal, yaitu PT.

Adiluhung Sarana Segara Indonesia (PT. ASSI). Industri galangan kapal merupakan salah satu industri yang berpotensi untuk menghasilkan buangan yang mengandung Pb ke lingkungan. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Kennedy (2014) yang menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd dan Zn pada Air laut, Sedimen dan *T. Telescopium* cukup tinggi di perairan sekitar industri galangan kapal Batam. Lokasi industri galangan kapal tersebut berada di Kecamatan Bangkalan.

Sampel garam yang diambil dalam penelitian sebagian besar merupakan garam hasil panen terakhir yaitu sekitar bulan September-Oktober 2014. Perbedaan waktu penyimpanan tidak menunjukkan adanya pengaruh perbedaan kadar Pb pada sampel garam yang diteliti. Selain itu, tempat penyimpanan sampel garam juga memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi bangunan, lokasi dan kemasan yang digunakan. Namun perbedaan tersebut tidak mempengaruhi adanya perbedaan Pb pada sampel garam yang diteliti. Hal tersebut terbukti dari beberapa sampel garam milik beberapa petani yang diambil dari tempat penyimpanan yang sama menunjukkan nilai Pb yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan dan kondisi tempat penyimpanan garam tidak berpengaruh terhadap perbedaan Pb pada garam.

Penelitian serupa terkait kadar Pb pada garam pernah dilakukan oleh Marisa (2012). Penelitian tersebut berjudul “Penetapan Kadar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Garam yang Beredar di Pasaran Secara Spektrofotometri Serapan Atom”. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar Pb pada 4 sampel garam yang diperiksa masih berada di bawah nilai maksimal yang diperbolehkan dimana kadar Pb tertinggi adalah 0,765 ppm yaitu pada garam tradisional dan terendah adalah 0,603 ppm yaitu pada garam dolina. Penelitian terkait kontaminasi logam berat pada garam juga telah dilakukan di beberapa negara. Atkins (2012), melakukan penelitian terkait kandungan beberapa elemen dan keberadaan logam berat pada beberapa jenis garam. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar Pb tertinggi adalah 1,3 ppm. Selain itu, pengujian kadar logam berat pada garam juga dilakukan oleh perusahaan garam untuk menguji kualitas garam yang dihasilkannya. Sebuah perusahaan di

Amerika, yaitu Sea Works Company melakukan pengujian terhadap kadar logam berat pada garam hasil produksinya. Berdasarkan hasil pengujian tahun 2015 diketahui bahwa kadar Pb pada garam adalah sebesar 0,260 ppm. Selain pengujian kadar Pb pada garam laut, beberapa penelitian di beberapa negara juga melakukan penelitian terhadap garam yang berasal dari proses penambangan, bukan dari penguapan air laut. Salah satunya adalah penelitian Eftekhari *et al.*, (2014), yaitu penelitian terkait kandungan racun dan logam esensial pada garam meja di Shiraz, Iran. Sebagian besar garam konsumsi di Iran merupakan garam hasil penambangan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diketahui bahwa kadar Pb pada garam yang dilakukan pengkristalan adalah 0,30 ppm dan 0,37 ppm pada garam yang dilakukan pencucian.

Penelitian terkait kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep serta beberapa lokasi lainnya menunjukkan semua hasil pengujian kadar Pb pada garam masih berada pada batas aman sesuai dengan SNI 3556-2010 tentang Garam Beryodium dan SNI 7387-2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan dimana batas maksimum cemaran Pb pada garam adalah 10 ppm. Menurut Sanchez *et al.*, (2013), keberadaan logam pada garam laut dalam jumlah yang kecil adalah normal. Garam atau lebih dikenal dengan nama garam meja, termasuk dalam kelas mineral halida atau dikenal dengan nama halite (Kerry Magruder, Guidelines for Rock Collection dalam Adi *et al.*, 2006:1). Garam alami selalu mengandung senyawa Magnesium Klorida, Magnesium Sulfat, Magnesium Bromida, dan senyawa runtu lainnya, sehingga warna garam selain merupakan kristal transparan juga bisa berwarna kuning, merah, biru atau ungu (The Salt Manufacturer's Association, United Kingdom dalam Adi *et al.*, 2006:2). Garam adalah mineral yang terkandung secara alami di alam sehingga sangat dimungkinkan jika garam terkontaminasi oleh Pb dimana Pb merupakan salah satu logam yang juga tersebar di alam, baik secara alami maupun dampak dari aktivitas manusia.

Terdeteksinya Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep menunjukkan adanya kontaminasi Pb pada garam. Menurut Widowati *et al.*, (2008:110), pencemaran Pb berasal dari sumber alami maupun limbah hasil

aktivitas manusia dengan jumlah yang terus meningkat, baik di lingkungan air, udara maupun darat. Berdasarkan hal tersebut, adanya kontaminasi Pb pada garam dapat bersumber dari Pb di lingkungan yang dapat berasal dari sumber alami maupun hasil aktivitas manusia baik di lingkungan air, udara maupun darat atau tanah.

Garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep merupakan garam yang diproduksi melalui proses penguapan air laut. Menurut Prihatno *et al.*, (2013), garam di Pulau Madura sangat bergantung pada kualitas air laut perairan Selat Madura sebagai bahan baku garam. Sementara itu, Palar (2004:80) menyebutkan bahwa Pb dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Lokasi penggaraman di lima desa yang merupakan lokasi penelitian dalam penelitian ini terletak dalam satu kawasan. Bahkan lokasi penggaraman di Desa Tanjung, Sumenep dan Desa Gili Barat, Bangkalan, lokasi penggaraman hanya terdiri dari satu petak area penggaraman dimana dalam satu petak tersebut terdapat beberapa lahan garam milik para petani. Beberapa lokasi penggaraman di tiga desa lainnya tidak berada dalam satu petak namun letaknya saling berdekatan. Lokasi penggaraman yang terletak dalam satu daerah menyebabkan sumber air laut yang digunakan pun adalah sama. Meskipun demikian, kadar Pb pada perairan bersifat fluktuatif. Hal tersebut terkait dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kadar logam berat Timbal pada air laut. Menurut Karimah *et al.*, (2003) dalam Widowati *et al.*, (2008:117), fluktuasi kadar logam berat Pb dipengaruhi oleh pasang surut air laut, interaksi logam Pb dengan senyawa kimia lain, adukan turbulensi dan arus laut, serta lingkungan dan musim yang tidak menentu. Menurut Leckie dan James (1974) dalam Palar (2004:32), kelarutan dari unsur-unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh pH badan air; jenis dan konsentrasi logam dan khelat; serta keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks. Hasil penelitian Putri *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa konsentrasi Pb pada air laut di perairan muara Sungai Manyar berkisar antara 0,31 mg/L – 0,57 mg/L. Beberapa literatur tersebut menunjukkan bahwa keberadaan Pb pada air laut tidak konstan dan bervariasi, begitu juga terkait dengan pola

sebarannya yang berbeda pada tiap lokasi. Terindikasinya Pb pada air laut dapat berpotensi menjadi sumber kontaminan Pb pada garam yang dihasilkan. Oleh sebab itu, kualitas air laut yang dijadikan sebagai sumber bahan baku pembuatan garam harus benar-benar diperhatikan.

Selain pada perairan, Pb juga dapat ditemukan di tanah. Menurut Alloway (1995) dalam Riadi (2014), sumber alami logam berat dalam tanah berasal dari bahan induk pembentuk tanah. Sumber antropogenik logam berat dalam tanah dan lingkungan meliputi pertambangan dan peleburan mineral logam; bahan pertanian dan holtikultura; lumpur limbah; pembakaran bahan bakar fosil; industri logam (manufaktur, penggunaan dan pembuangan limbah komoditas berbahan logam); elektronika (manufaktur, penggunaan dan pembuangan limbah komoditas elektronika); industri kimia dan manufaktur lainnya; dan pembuangan limbah.

Proses produksi pembuatan garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep adalah secara tradisional yaitu melalui metode evaporasi dengan cara menguapkan air laut hingga menjadi kristal garam. Proses produksi garam mulai dari penampungan bahan baku (air laut) hingga pemanenan pasti akan kontak dengan tanah karena lahan penggaraman yang digunakan adalah berupa hamparan tanah tanpa lapisan apapun. Selain itu, beberapa petani juga menyimpan garam yang sudah dipanen diatas tanah tanpa alas apapun.

Tanah yang dapat meyebabkan kontaminasi Timbal (Pb) pada garam adalah tanah yang memang sudah mengandung Timbal (Pb) itu sendiri, baik secara alami maupun buatan. Hasil penelitian Kristiyaningsih dan Sudarmaji (2008) menunjukkan adanya pencemaran Pb pada garam yang bersumber dari tanah di sekitar lahan penggaraman. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh nilai rata-rata kadar Pb pada garam yang berada di sekitar TPA Benowo Surabaya melebihi persyaratan nilai maksimal cemaran logam Pb dalam garam. Hal tersebut disebabkan oleh air lindi yang berasal dari TPA Benowo merembes ke tanah di sekitar TPA yang salah satunya merupakan kawasan tambak garam. Faktor yang berpotensi untuk menyebabkan terkontaminasinya logam berat Timbal (Pb) pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep melalui tanah adalah kandungan alami timbal di tanah dan kegiatan pertanian.

Area di sekitar lokasi penggaraman yang menjadi lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini merupakan daerah pertanian. Kontaminasi Pb yang dapat bersumber dari kegiatan pertanian adalah dalam penggunaan pupuk dan pestisida yang mengandung logam Pb. Hasil penelitian Hayati (2010) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik berpengaruh nyata terhadap residu Pb dalam tanah sebagai media tanam. Residu Pb dalam tanah tidak hanya disebabkan oleh pupuk organik. Hartini (2010) mengatakan bahwa penggunaan pupuk fosphat yang digunakan dalam budidaya pertanian dapat menyebabkan pencemaran pada tanah, karena pupuk tersebut mengandung logam berat Pb sebesar 40-20.000 mg/kg. Selain itu, hasil penelitian Karyadi (2011) menunjukkan bahwa dari tujuh macam pestisida yang digunakan para petani mengandung logam berat Timbal (Pb) dan dalam satu musim tanam dapat menyumbang Pb dalam tanah sebanyak 2991,26 mg/Ha.

Selain di lingkungan air dan tanah, keberadaan Pb di udara juga berpotensi untuk menyebabkan kontaminasi Pb pada garam. Unsur-unsur atau kandungan logam yang terdapat dalam tatanan atmosfer ditemukan dalam bentuk partikulat atau merupakan suatu senyawa. Timah hitam (Pb) yang ada dalam tatanan udara, terutama bersumber dari buangan (asap) kendaraan bermotor (Palar, 2004:78). Menurut Ryadi (1982) dalam Siregar (2005), partikel adalah setiap benda padat/cair yang dari suatu masa melalui proses dispersal dalam media gas/udara dengan hampir tidak memiliki kecepatan jatuh. Smith (1981) dalam Siregar (2005) juga menyebutkan bahwa ukuran diameter yang ada di udara berkisar antara 0,0005 – 500 μ m dimana partikel terkecil akan hilang karena perpaduan gerak brown dan partikel yang besar akan jatuh akibat pengaruh gravitasi. Pendapat lainnya yang juga menyebutkan bahwa partikel Pb di udara dapat jatuh ke tanah adalah Widowati *et al.*, (2008:114) dimana sekitar 10% Pb dari emisi gas buang kendaraan bermotor yang mengendap langsung di tanah dalam jarak 100 m dari jalan. Berdasarkan hasil wawancara, jarak area penggaraman di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep sekitar 5-750 meter dari jalan raya. Meskipun demikian, Pb di udara dapat terbawa oleh arus angin ke tempat yang sangat jauh. Hal ini terbukti dari suatu hasil penelitian terhadap kandungan Pb yang terdapat pada

lapisan es di Greenland pada tahun 1969. Arus angin ternyata telah menerbangkan debu-debu dan partikulat-partikulat yang mengandung logam Pb ke daerah kutub (Palar, 2004:78). Faktor-faktor yang potensial menyebabkan pencemaran Pb pada udara di sekitar lokasi penggaraman di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep adalah hasil buangan dari kendaraan bermotor. Siregar (2005) mengatakan bahwa jumlah Pb di udara dipengaruhi oleh volume atau kepadatan lalu lintas, jarak dari jalan raya dan daerah industri, percepatan mesin dan arah angin. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan beberapa petani garam, diketahui bahwa volume kendaraan di sekitar area penggaraman tidak terlalu padat. Selain itu, tidak terdapat tempat industri di sekitar lokasi penggaraman yang berpotensi untuk meningkatkan kadar Pb di udara.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep teridentifikasi mengandung Pb namun kadarnya masih berada di bawah batas maksimum yang diperbolehkan. Garam merupakan bahan tambahan pangan yang tidak seorang pun tidak menggunakannya dan sangat jarang dalam satu hari manusia tidak menggunakan garam. Garam adalah salah satu bahan tambahan pangan yang sangat sering digunakan karena sebagian besar olahan makanan menggunakan garam. Oleh sebab itu, garam yang kita konsumsi harus terbebas dari kandungan logam berat Timbal (Pb). Timbal (Pb) adalah unsur logam yang sama sekali tidak dibutuhkan oleh tubuh. Timbal (Pb) bersifat toksik terhadap manusia. Widowati *et al.*, (2008:119) menyebutkan bahwa Timbal (Pb) dapat bersifat toksik terhadap manusia melalui tindakan mengonsumsi makanan, minuman atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata dan lewat parental. Oleh sebab itu, bahan makanan yang kita konsumsi seharusnya tebebas dari kandungan logam berat Timbal (Pb), termasuk garam.

Batas maksimum kandungan logam berat Timbal (Pb) pada garam yang ditentukan dalam SNI 7387-2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan adalah 10 ppm atau 10 mg/kg. Batas maksimum kandungan logam berat Timbal (Pb) memang tinggi namun sebisa mungkin garam yang kita konsumsi terbebas dari Timbal (Pb). Palar (2004:84) mengatakan bahwa

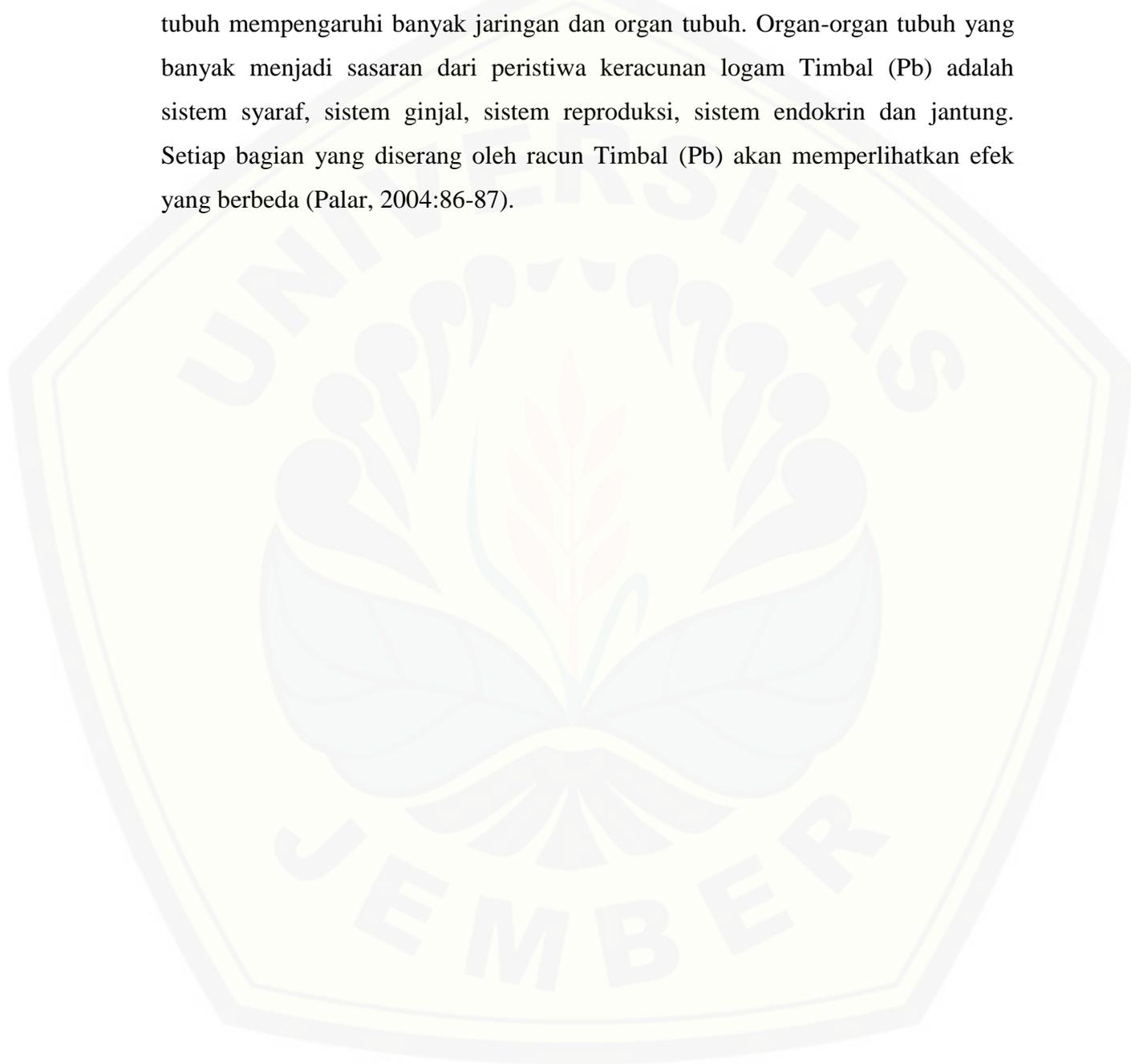
meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, Pb ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh. Selain itu, menurut Widowati *et al.*, (2008:119), apabila makanan dan minuman tercemar Pb dikonsumsi, maka tubuh akan mengeluarkannya namun sebagian juga akan diabsorpsi oleh tubuh. Orang dewasa mengabsorpsi Timbal (Pb) sebesar 5-15% dari keseluruhan Timbal (Pb) yang dicerna sedangkan anak-anak mengabsorpsi Timbal (Pb) lebih besar, yaitu 41,5% sedangkan menurut Alsuendra dan Ridawati (2013:145), anak-anak yang berumur 3-8 tahun dapat menyerap Timbal (Pb) hingga mencapai 50%.

Bahaya dari logam berat bagi tubuh terjadi karena adanya kecenderungan akumulasinya di dalam tubuh atau disebut juga bioakumulasi. Bioakumulasi berarti terjadinya peningkatan konsentrasi bahan kimia, termasuk logam berat, di dalam tubuh organisme hidup sepanjang waktu dibandingkan dengan konsentrasinya di lingkungan. Setiap logam berat yang dikonsumsi atau masuk ke dalam tubuh akan disimpan untuk jangka waktu lama sehingga seiring dengan pertambahan waktu, konsentrasinya akan meningkat. Kecepatan penyimpanan logam berat lebih cepat daripada waktu untuk pemecahan (metabolisme) atau ekskresinya (Alsuendra dan Ridawati, 2013:143).

Gejala keracunan Pb pada orang dewasa biasanya berbeda dengan anak-anak. Gejala keracunan pada orang dewasa dapat dilihat dari 3P, yaitu *pallor* (pucat), *pain* (sakit), dan *paralysis* (kelumpuhan). Sifat dari keracunan Pb adalah kronis dan akut. Beberapa gejala keracunan kronis dari Pb adalah depresi, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, gangguan daya ingat dan sulit tidur. Beberapa gejala keracunan Pb akut adalah mual, muntah, sakit perut hebat, kelainan fungsi otak, anemia berat (karena terganggunya pembentukan Hb akibat adanya ikatan antara Pb^{2+} dengan protein), kerusakan ginjal dan kematian (dapat terjadi dalam waktu 1-2 hari). Anak-anak yang mengalami keracunan Pb dapat menunjukkan gejala nafsu makan berkurang, sakit perut dan muntah-muntah, pergerakannya kaku, lemah, tidak ingin bermain, sensitif terhadap rangsangan, sempoyongan bila bergerak, sulit berbicara, berkurangnya tingkat kecerdasan, gangguan

pertumbuhan otak (*encephalopathy*), dan koma. Penurunan kecerdasan pada anak-anak yang keracunan Pb dapat terjadi apabila kadar Pb dalam darah mencapai tiga kali batas normal (Alsuhendra dan Ridawati, 2013:148).

Keracunan yang disebabkan oleh keberadaan logam Timbal (Pb) dalam tubuh mempengaruhi banyak jaringan dan organ tubuh. Organ-organ tubuh yang banyak menjadi sasaran dari peristiwa keracunan logam Timbal (Pb) adalah sistem syaraf, sistem ginjal, sistem reproduksi, sistem endokrin dan jantung. Setiap bagian yang diserang oleh racun Timbal (Pb) akan memperlihatkan efek yang berbeda (Palar, 2004:86-87).



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan dari penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tahapan proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan meliputi:
 - a. Tahap pra produksi, terdiri dari pengeringan lahan, pembersihan lahan, pemetakan lahan, perataan tanah pada lahan, dan pembuatan saluran air.
 - b. Tahap proses produksi, terdiri dari proses pengaliran atau pemompaan air laut ke kolam penampungan, pengendapan air laut di kolam peminihan, proses kristalisasi di kolam kristalisasi, dan pemanenan.
 - c. Tahap pasca produksi, terdiri dari pengangkutan ke gudang pemasok garam dan pengangkutan ke tempat penyimpanan garam.
2. Tahapan proses produksi garam di Kabupaten Sumenep secara umum sama dengan tahapan proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan, yaitu meliputi tahap pra produksi, proses produksi dan pasca produksi. Beberapa hal yang membedakan dengan tahapan proses produksi garam di Kabupaten Bangkalan adalah sebagai berikut :
 - a. Bahan baku (air laut) yang berasal dari laut langsung dialirkan menuju saluran air, tanpa adanya kolam penampungan.
 - b. Pengaliran bahan baku di salah satu lokasi pengambilan sampel yaitu di area penggaraman Desa Saroka, Kecamatan Saronggi, tidak berasal dari laut secara langsung, namun melalui muara sungai. Hal tersebut berpengaruh pada waktu yang dibutuhkan dalam proses kristalisasi berlangsung lebih lama.
 - c. Tidak terdapat gudang milik pemasok sehingga garam hasil panen yang akan dijual diangkut menuju jalan raya dan diletakkan di pinggir jalan raya. Keesokan harinya garam akan diangkut menuju pabrik garam.

3. Rata-rata kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan adalah 0,104 ppm dengan kadar Pb tertinggi sebesar 0,145 ppm dan terendah sebesar 0,071 ppm.
4. Rata-rata kadar Pb pada garam di Kabupaten Sumenep adalah 0,126 ppm dengan kadar Pb tertinggi sebesar 0,229 ppm dan terendah sebesar 0,081 ppm.
5. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep.

5.2 Saran

1. Perlu adanya pemantauan kualitas garam terkait kandungan logam berat di dalamnya yang dilakukan secara berkala setiap musim produksi garam oleh pihak terkait, dalam hal ini adalah Dinas Kelautan dan Perikanan. Hal tersebut bertujuan untuk mengantisipasi adanya pencemaran logam berat pada garam.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait sumber kontaminasi Pb pada garam di Kabupaten Bangkalan dan Sumenep. Hal ini bisa dilakukan melalui pemeriksaan kadar Pb pada garam serta komponen lain yang berpotensi menjadi sumber kontaminasi Pb pada garam, yaitu bahan baku (air laut), tanah (media lahan penggaraman) dan udara di sekitar lahan penggaraman untuk mengetahui komponen yang memiliki hubungan yang signifikan dengan adanya kontaminasi Pb pada garam.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait kadar logam berat pada garam dengan memperbanyak jumlah sampel dan memperluas lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Supangat, Sulistiyo, Muljo, Amarullah, Prihadi, Sudarto, Soetjahjo dan Rustam. 2006. *Buku Panduan Pengembangan Usaha Terpadu Garam Dan Artemia*. Jakarta : Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Alsuhendra dan Ridawati. 2013. *Bahan Toksik Dalam Makanan*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Aryan. 2013. *Poktan Garam Kwanyar Pemasok Terbesar Kedua di Bangkalan*. [serial online]. <http://www.maduracorner.com/poktan-garam-kwanyar-pemasok-terbesar-kedua-di-bangkalan/>. [20 Mei 2015].
- Atkins, P. 2012. Analysis of Gourmet Salts for The Presence of Heavy Metals. [serial online]. http://www.spexcertiprep.com/knowledge-base/files/AppNote_GourmetSalts.pdf. [20 Mei 2015].
- Badan Koordinasi Penanaman Modal. 2014. *Profil Kabupaten Sumenep*. [serial online]. <http://regionalinvestment.bkpm.go.id/newsipid/displayprofil.php?ia=3529>. [16 April 2015].
- Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Bangkalan. 2012. *Standar Pelayanan Minimal (SPM) Bidang Lingkungan Hidup Kabupaten Bangkalan*. [serial online]. blhbangkalan.info/front/images/Laporan/spm_2012_isi_laporan.pdf. [20 Mei 2015].
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan. 2013. *Statistik Daerah Kwanyar 2013*. [serial online]. http://bangkalankab.bps.go.id/data/publikasi/publikasi_26/publikasi/files/search/searchtext.xml. [20 Mei 2015].
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan. 2010. *Kabupaten Bangkalan dalam Angka*. Bangkalan : Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep. 2009. *Kabupaten Sumenep dalam Angka*. Sumenep : Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep.
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. *SNI 19-0428-1998 tentang Petunjuk Pengambilan Contoh Padatan* : Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *SNI 7387-2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan* : Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standardisasi Nasional. 2010. *SNI 3556-2010 tentang Garam Beryodium* : Badan Standardisasi Nasional.
- Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut Denpasar. 2010. *Laporan Akhir (Data dan Analisa): Bantuan Teknis Penyusunan Rencana Zonasi Rinci Kawasan Minapolitan Kabupaten Sumenep*. Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut Denpasar.
- Bappeda Provinsi Jawa Timur. 2011. *Limbah Industri Rusak Sumberdaya Perikanan*. [Serial online]. <http://bappeda.jatimprov.go.id/2011/10/28/limbah-industri-rusak-sumberdaya-perikanan-2/>. [30 September 2014].
- Bariah, A.A., 2014. *Studi Kandungan Timbal (Pb) pada Air dan Tanah di Kawasan Peleburan Aki Bugangan Baru Kota Semarang : Skripsi*. [serial online]. <http://eprints.undip.ac.id/44708/1/5034.pdf>. [12 April 2015].
- Connell dan Miller. 2006. *Chemistry and Ecotoxicology of Pollution. Disadur oleh Koestoer Y. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta : UI-Press.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2005. *Prototip Informasi Iklim dan Cuaca untuk Tambak Garam*. Jakarta : Departemen Kelautan dan Perikanan. [serial online]. <http://www.p3sdlp.litbang.kkp.go.id/index.php/en/publikasi/buku-a-technical-documentation?download=131%3Abuku-prototip-informasi-iklim>. [25 September 2014].
- Eftekhari, Mazloomi, Akbarzadeh, dan Ranjbar. 2014. *Content of toxic and essential metals in recrystallized and washed table salt in Shiraz, Iran*. [serial online]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3895781/>. [20 Mei 2015].
- Fuadiyah. 2012. *Studi Kandungan Logam Berat Cadmium Pada Beberapa Spesies Ikan, Moluska dan Crustacea di Pantai Kenjeran, Surabaya dan Branta Pesisir Pamekasan, Madura : Media Journal Of Aquaculture And Fish Health, Volume 1, No. 1, 2012*. [serial Online]. http://journal.unair.ac.id/filerPDF/abstrak_403382_tjua.pdf. [10 September 2014].
- Gusnita, D. 2012. *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal : Berita Dirgantara, Volume 13, No. 3, September 2012 : 95-101*. [serial online]. http://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita_dirgantara/article/download/1718/1553. [12 April 2015].
- Hartini, E. 2010. *Kadar Plumbum (Pb) dalam Darah pada Wanita Usia Subur di Daerah Pertanian*. [serial online]. [http://dinus.ac.id/wbsc/assets/dokumen/majalah/Kadar_Plumbum_\(Pb\)_Dalam_Darah_Wanita_Usia_Subur_Di_Daerah_Pertanian_.pdf](http://dinus.ac.id/wbsc/assets/dokumen/majalah/Kadar_Plumbum_(Pb)_Dalam_Darah_Wanita_Usia_Subur_Di_Daerah_Pertanian_.pdf). [12 April 2015].

- Hayati, E. 2010. *Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Kandungan Logam Berat dalam Tanah dan Jaringan Tanaman Selada*. [serial online]. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/floratek/article/download/396/380>. [12 April 2015].
- Humas Pemerintah Kabupaten Sumenep. 2013. *Sumenep Punya 10 Blok Tambang Migas*. [serial online]. <http://humaspemkabsumenep.com/2013/05/sumenep-punya-10-blok-tambang-migas/>. [7 Juni 2015]
- Hutamadi, R., Danny, Z.H., dan Pohan, M.P. 2008. *Penelitian Tindak Lanjut Endapan Lumpur di Daerah Porong Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur*. Kementerian ESDM. [serial online]. http://psdg.bgl.esdm.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=859. [30 Oktober 2014].
- Karyadi, K., Syafrudin, S., dan Soterisnanto, D. 2011. *Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) sebagai Residu pada Lahan Pertanian (Studi Kasus pada Lahan Pertanian Bawang Merah di Kecamatan Gemuh Kabupaten Kendal)*. [serial online]. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/2081>. [12 April 2015].
- Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia. 2013. *Profil Kabupaten Bangkalan*. [serial online]. <http://www.kemendagri.go.id/pages/profil-daerah/kabupaten/id/35/name/jawa-timur/detail/3526/bangkalan>. [16 April 2015].
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Tanpa tahun. *Pembuatan Garam Bermutu*. [serial online]. <http://www.djpt.kkp.go.id/index.php/arsip/file/191/pembuatan-garam-bermutu.pdf>. [21 November 2014].
- Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia. 2010. *Geografi Indonesia*. [Serial online]. <http://www.indonesia.go.id/in/sekilas-indonesia/geografi-indonesia>. [25 September 2014].
- Kennedy, L., Amin, B. dan Anita, S. 2014. *Evaluasi Tingkat Pencemaran Logam Berat di Perairan Sekitar Area Industri Galangan Kapal Batam Provinsi Riau*. [serial online]. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=273408&val=5120&title>. [7 Juli 2015].
- Kristiyaningsih, S. dan Sudarmaji. 2008. *Hubungan Pencemaran Pb Lindi Pada Tambak Garam Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Benowo, Surabaya Dengan Kadar Pb Dalam Rambut Masyarakat Konsumen Garam*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan, Volume 4, Nomor 2, Januari 2008 : 21-30*. [Serial Online].

- http://journal.unair.ac.id/filerPDF/5.Lindi%20Benowo_Isyana.pdf. [3 September 2014].
- Marisa, 2012. Penetapan Kadar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Garam yang Beredar di Pasaran Secara Spektrofotometri Serapan Atom. [serial online]. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/34760/6/Abstract.pdf>. [3 September 2014].
- Nazir, M. 2009. *Metode Penelitian*. Bogor : Ghalia Indonesia.
- Notoatmodjo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta
- Nusantara, B.C., 2009. *Membungkam Kebenaran Dengan Lumpur Panas : Jurnal Tanah Air Edisi Oktober-Desember 2009 : 132-152*. http://repub.eur.nl/pub/18311/white_tanah_air_octdec09.pdf. [30 oktober 2014].
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta
- Pemerintah Kabupaten Bangkalan. 2015. *Produksi Garam Di Kabupaten Bangkalan Meningkat*. [serial online]. <http://bangkalankab.go.id/index.php/80-template-details/general/673-produksi-garam-di-kabupaten-bangkalan-meningkat> [20 Mei 2015].
- Prihatno, H., Najid, A., dan Ramdhan, M. 2013. *Analisis Karakteristik Dinamika Laut Selat Madura, Sebagai Faktor Penentu dalam Peningkatan Kualitas Produksi Garam Rakyat : Laporan Ringkas Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan Tahun 2013 : 6*. <http://www.p3sdlp.litbang.kkp.go.id/index.php/en/publikasi/laporan-ringkas-litbang?download=1435%3AAlapringp3sdlp2013>. [24 September 2014].
- Putri, Z.L., Wulandari, S.Y., dan Maslukah, L. 2014. *Studi Sebaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air dan Sedimen Dasar di Perairan Muara Sungai Manyar Kabupaten Gresik, Jawa Timur*. [serial online]. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=270469&val=4702&title=> . [12 April 2015].
- Riadi, M. 2014. *Kontaminasi dan Pencemaran Logam Berat pada Tanah*. [serial online]. <http://www.kajianpustaka.com/2014/07/kontaminasi-dan-pencemaran-logam-berat.html>. [12 April 2015].
- Sabri, Luknis, dan Hastono, S.P, 2008. *Statistik Kesehatan*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Saltworks. 2015. *Fleur de Sel - Premium French Sea Salt*. [serial online]. http://www.saltworks.us/docs/coa/gourmet/COA_Fleur-de-Sel.pdf. [20 Mei 2015].

- Sanchez, Lopes, Delgadillo, dan Rangel. 2013. *Sea Salt : Comprehensive Analytical Chemistry, Volume 60*. <http://qa.ff.up.pt/~quimicafisica/830.pdf>. [7 Juni 2015].
- Setyawan, B.F.P., 2012. *Estimasi Pencemaran Udara dari Transportasi Laut di Daerah Shore Line Selat Madura dengan Menggunakan Data Automatic Identification System (AIS) dan Sistem Informasi Geografis (SIG)*. [serial online]. <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100011044620/17614>. [12 April 2015].
- Siregar, E.B.M. 2005. *Pencemaran Udara, Respon Tanaman dan Pengaruhnya pada Manusia*. [serial online]. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1095/3/05001255.pdf.txt>. [12 April 2015].
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung : Alfabeta.
- Suhelmi, I.R., Widjanarko, E., Triwibowo, H., Sagala, S.L., Prihatno, H., Najid, A., Widodo, A.W., dan Bramawanto, R., 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.
- Taftazani, A. 2007. *Distribusi Konsentrasi Logam Berat Hg dan Cr pada Sampel Lingkungan Perairan Surabaya: Prosiding PPI - PDIPTN 2007, Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN, Yogyakarta*. [Serial online]. <http://digilib.batan.go.id/ppin/katalog/index.php/searchkatalog/downloadDataById/1555/0216-3128-2007-3-036.pdf>. [25 September 2014].
- Unit Pengelola Kegiatan (UPK) Kamal. 2010. *Profil Kabupaten Bangkalan*. [serial online]. <https://upkkamal.wordpress.com/2010/04/20/profil-kabupaten-bangkalan/>. [20 Mei 2015].
- Widaningrum, Miskiyah, dan Suismono, 2007. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya : Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian Vol. 3, 2007*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. [Serial online]. http://pascapanen.litbang.deptan.go.id/assets/media/publikasi/bulletin/2007_3.pdf. [25 September 2014].
- Widowati, W., Sastiono, A., dan Jusuf, R. 2008. *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Lampiran 1



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jalan Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878,322995,322996
Fax (0331) 322995 Jember 68121

INFORMED CONSENT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Umur :

Bersedia menjadi responden dan secara sukarela untuk ikut serta dalam penelitian yang berjudul “*Perbedaan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep*”.

Prosedur penelitian ini tidak akan memberikan dampak dan resiko apapun pada responden. Saya telah diberikan penjelasan mengenai hal tersebut di atas dan saya telah diberi kesempatan untuk bertanya mengenai hal-hal yang belum dimengerti dan telah mendapat jawaban yang jelas dan benar serta kerahasiaan jawaban yang saya berikan dijamin sepenuhnya oleh peneliti.

1

Bangkalan,..... 2015

Responden

(.....)

Lampiran 2



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jalan Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878,322995,322996
Fax (0331) 322995 Jember 68121

INFORMED CONSENT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Umur :

Bersedia menjadi responden dan secara sukarela untuk ikut serta dalam penelitian yang berjudul “*Perbedaan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep*”.

Prosedur penelitian ini tidak akan memberikan dampak dan resiko apapun pada responden. Saya telah diberikan penjelasan mengenai hal tersebut di atas dan saya telah diberi kesempatan untuk bertanya mengenai hal-hal yang belum dimengerti dan telah mendapat jawaban yang jelas dan benar serta kerahasiaan jawaban yang saya berikan dijamin sepenuhnya oleh peneliti.

Sumenep,..... 2015

Responden

(.....)

Lampiran 3



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jalan Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878,322995,322996
Fax (0331) 322995 Jember 68121

LEMBAR WAWANCARA

Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam di Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sumenep

Nomer Responden :
Tanggal :
Waktu :
Lokasi :

A. Pra produksi

1. Sebelum memasuki masa produksi garam, hal apa saja yang perlu dilakukan dan dipersiapkan?
2. Jenis konstruksi penggaraman apa yang Anda gunakan? Konstruksi tangga atau konstruksi kompleks meja?
3. Berapa meter jarak lokasi penggaraman dengan sumber pengambilan bahan baku (air laut)?
4. Berapa ukuran tiap-tiap petakan di lahan penggaraman Anda?
5. Apakah tersedia saluran pengumpul/pembuang larutan garam sisa di lahan penggaraman Anda? Bagaimana gambaran konstruksinya?
6. Peralatan dan bahan apa saja yang diperlukan/digunakan dalam proses penyiapan lahan penggaraman?
7. Apakah dalam proses penyiapan lahan penggaraman tersebut menggunakan mesin atau sejenis motor penggerak yang menggunakan BBM (bahan bakar minyak)?

8. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk proses penyiapan lahan penggaraman tersebut? Bagaimana rincian waktunya?

B. Proses produksi

a. Pemompaan/pengaliran bahan baku ke kolam penampungan

1. Apakah bahan baku (air laut) yang dialirkan ke kolam penampungan bebas dari limbah?
2. Bagaimana proses pengaliran bahan baku ke kolam penampungan? Tolong dijelaskan!
3. Alat apa yang digunakan untuk mengalirkan bahan baku ke kolam penampungan? Bagaimana cara kerja alat tersebut?
4. Berapa volume bahan baku (air laut) yang dialirkan ke kolam penampungan dan berapa lama masa tinggalnya di kolam penampungan tersebut?
5. Bagaimana alur perjalanan air tersebut dialirkan?
6. Berapa lama biasanya berlangsung proses pengaliran bahan baku tersebut?

b. Pengendapan bahan baku di kolam peminihan

1. Bagaimana proses pengendapan bahan baku di kolam peminihan dilakukan? Tolong jelaskan!
2. Berapa lama proses tersebut berlangsung?
3. Apa tujuan diendapkannya bahan baku di kolam peminihan tersebut?
4. Alat dan bahan apa saja yang digunakan dalam proses tersebut?
5. Hal apa yang membedakan antara bahan baku yang masih dalam kolam penampungan dengan bahan baku yang diendapkan dalam kolam peminihan?

c. Proses kristalisasi

1. Bagaimana proses kristalisasi dilakukan? Tolong jelaskan!
2. Alat dan bahan apa saja yang digunakan?

3. Berapa lama waktu yang dibutuhkan sampai proses ini dikatakan telah selesai?
4. Karakteristik/ciri apa saja yang digunakan sebagai tanda bahwa proses kristalisasi telah selesai dan garam sudah dapat dipanen?
5. Hal apa saja yang membedakan antara bahan baku yang di kolam kristalisasi ini dengan bahan baku di dua kolam sebelumnya?

d. Pemanenan

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan hingga garam bisa dipanen?
2. Sistem panen apa yang Anda gunakan dalam proses pemanenan garam? Sistem Portugis atau Maduris?
3. Bagaimana proses pemanenan dilakukan? Tolong jelaskan!
4. Alat dan bahan apa saja yang digunakan dalam proses pemanenan?
5. Berapa ketebalan air meja pada saat garam dipanen?
6. Berapa jumlah garam yang bisa dipanen dalam setiap 1 hektar tambak garam?
7. Bahan apa yang digunakan sebagai bungkus garam yang telah selesai dipanen?
8. Setelah selesai dipanen, ke mana garam tersebut diangkut?

C. Pasca produksi

1. Dimana tempat penyimpanan garam yang telah dipanen dan diangkut?
2. Tempat penyimpanan garam pasca panen berupa bangunan permanen atau tidak? Tertutup atau terbuka?
3. Berapa lama garam disimpan?
4. Apakah terdapat perbedaan antara garam yang disimpan terlalu lama dan tidak? Jika iya, apa perbedaannya?
5. Setelah dilakukan penyimpanan, tindakan apa yang selanjutnya dilakukan terhadap garam?

D. Pemeriksaan kualitas garam

1. Menurut Anda, apa kriteria garam yang memiliki kualitas baik?

2. Apakah Anda mengetahui tentang syarat kualitas garam yang tertera pada SNI 3556-2010?
3. Apakah terdapat pengujian/pemeriksaan kualitas garam dari hasil produksi garam milik anda? Jika iya, pengujian kualitas dalam hal apa dan oleh siapa?



Lampiran 4

Hasil Uji Normalitas Data Kadar Pb pada Sampel Garam

Explore

Kabupaten

Case Processing Summary

Kabupaten	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Pb	15	100.0%	0	.0%	15	100.0%
Bangkalan	15	100.0%	0	.0%	15	100.0%
Sumenep	15	100.0%	0	.0%	15	100.0%

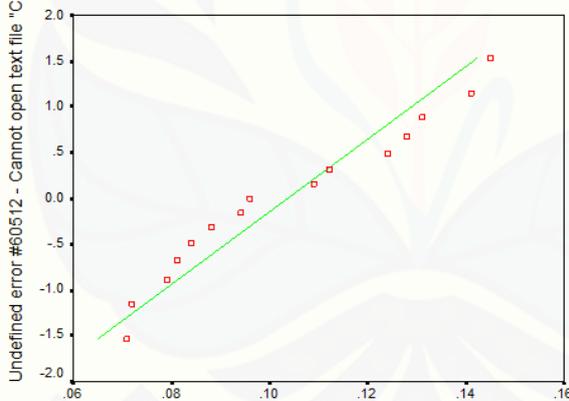
Tests of Normality

Kabupaten	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pb	.153	15	.200*	.925	15	.233
Bangkalan	.310	15	.000	.766	15	.001
Sumenep						

This is a lower bound of the true significance.
Lilliefors Significance Correction

Kabupaten = Bangkalan

Normal Q-Q Plots



Detrended Normal Q-Q Plots

Hasil Uji Mann-Whitney

NPar Tests

Mann-Whitney Test

Ranks

	Kabupaten	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Pb	Bangkalan	15	13.83	207.50
	Sumenep	15	17.17	257.50
	Total	30		

Test Statistics^b

	Pb
Mann-Whitney U	87.500
Wilcoxon W	207.500
Z	-1.037
Asymp. Sig. (2-tailed)	.300
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.305 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kabupaten

Lampiran 5



KEMENTERIAN KESEHATAN RI
DIREKTORAT JENDERAL BINA UPAYA KESEHATAN
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA

Jalan Karangmenjangan No, 18 Surabaya - 60286
 Telepon Pelayanan : (031) 5020306, TU : (031) 5021451 Faksimili : (031) 5020388
 Website : bblksurabaya.com : Surat elektronik : bblksub@yahoo.co.id

HASIL PENGUJIAN CONTOH BAHAN

Nomor Lab. : 038 / Bhn / IV / 2015
 Dikirim oleh : IMROATUS SU'UDIYAH
 Alamat : FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS JEMBER
 Jenis bahan : Garam
 Diambil oleh : Yang bersangkutan
 Diterima di BBLK tgl : 06 April 2015

KODE BAHAN	TIMBAL / Pb (mg/kg)	KODE BAHAN	TIMBAL / Pb (mg/kg)
1 B	0,084	1 S	0,121
2 B	0,079	2 S	0,214
3 B	0,124	3 S	0,108
4 B	0,088	4 S	0,125
5 B	0,109	5 S	0,092
6 B	0,071	6 S	0,105
7 B	0,094	7 S	0,097
8 B	0,112	8 S	0,085
9 B	0,081	9 S	0,117
10 B	0,072	10 S	0,208
11 B	0,131	11 S	0,229
12 B	0,145	12 S	0,120
13 B	0,096	13 S	0,085
14 B	0,128	14 S	0,081
15 B	0,141	15 S	0,107

10 April 2015

Perhatian :

- Hasil pemeriksaan ini hanya berlaku untuk contoh diatas
- Hasil ini tidak boleh dipergunakan untuk keperluan Iklan/Reklame
- Dilarang menggandakan dokumen ini tanpa seijin pihak BBLK Surabaya



Dwi Endah Puspitani, S.Si, Apt
 NIP. 19730425 199903 2 001

Lampiran 6

DOKUMENTASI PENELITIAN

	
<p>Pengambilan sampel di tempat penyimpanan garam pada lahan terbuka (Sumenep)</p>	<p>Pengambilan sampel di tempat penyimpanan garam pada lahan terbuka (Bangkalan)</p>
	
<p>Pengambilan sampel di gudang penyimpanan (Sumenep)</p>	<p>Pengambilan sampel di gudang penyimpanan (Bangkalan)</p>
	
<p>Gudang penyimpanan garam di Desa Sentol Daja, Sumenep</p>	<p>Gudang penyimpanan garam di Desa Pesanggrahan, Bangkalan</p>



Gudang penyimpanan peralatan produksi garam yang juga digunakan untuk penyimpanan garam di Desa Sentol, Sumenep



Tempat penyimpanan garam di depan gudang peralatan produksi garam di Desa Pesanggrahan, Bangkalan



Penyimpanan garam di lahan terbuka di Desa Saroka, Sumenep.



Penyimpanan garam di lahan terbuka di Desa Pesanggrahan, Bangkalan.



Informan di Kabupaten Sumenep



Informan dan tenaga pendamping PUGAR DKP Bangkalan



Lahan penggaraman di Desa Saroka, Sumenep



Lahan penggaraman di Sumenep



Lahan penggaraman di Desa Pesanggrahan,
Bangkalan



Lahan penggaraman di Desa Gili Barat,
Bangkalan



Sampel garam siap dikirim ke laboratorium



Sampel garam dihaluskan

	
<p>Penimbangan sampel garam</p>	<p>Penambahan sampel garam dengan HNO₃ pekat</p>
	
<p>Sampel garam dimasukkan ke dalam <i>microwave</i> yang sudah diatur waktu dan suhunya</p>	<p>Penambahan sampel garam dengan <i>Aquadesh</i> bebas logam berat</p>
	
<p>Sampel garam dituang ke tabung <i>nessler</i></p>	<p>Sampel garam diuji menggunakan alat AAS</p>