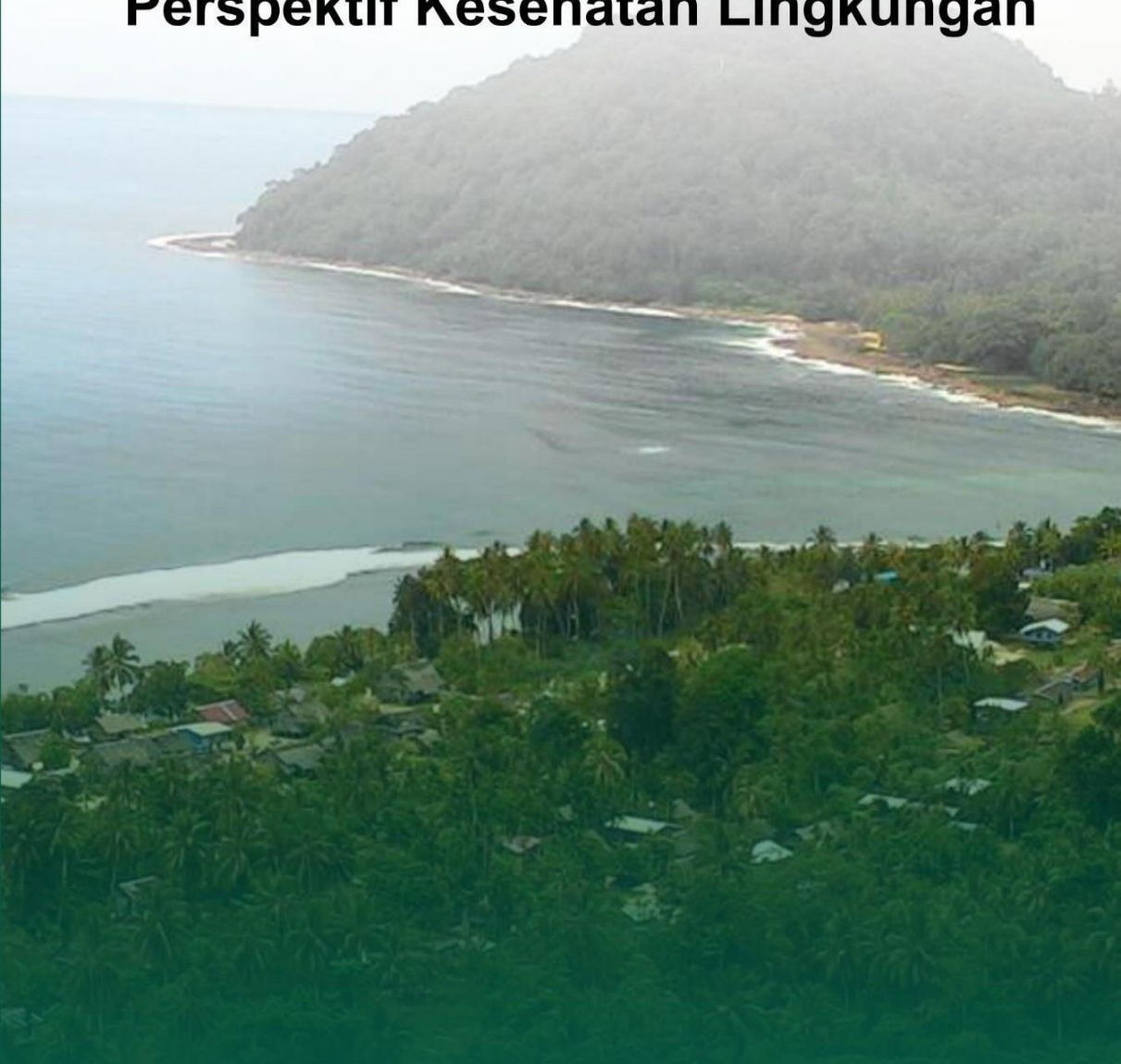


LAUT DAN KESEHATAN

Perspektif Kesehatan Lingkungan



Dr. AGUS BINTARA BIRAWIDA, S.Kel., M.Kes

**LAUT DAN KESEHATAN
PERSPEKTIF KESEHATAN LINGKUNGAN**

DR. AGUS BINTARA BIRAWIDA, S.KEL., M.KES

**PUSAT KAJIAN MEDIA, SUMBER BELAJAR DAN E-LEARNING
Lembaga Penjaminan Mutu dan Pengembangan Pendidikan
Universitas Hasanuddin
2019**

Laut dan Kesehatan ; Perspektif Kesehatan Lingkungan

Penulis:

Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes.

ISBN:

978-602-52910-4-3

Editor:

Dr. Yusring Sanusi Baso, S.S., M.App.Ling

Penyunting:

Anwar Mallongi, S.KM., M.Sc P.hD

Desain Sampul dan Tata Letak

A Rifai, S.KM., M.Kes

Penerbit:

Pusat Kajian Media, Sumber Belajar Dan E-Learning
Lembaga Penjaminan Mutu dan Pengembangan Pendidikan
Universitas Hasanuddin

Redaksi:

Kantor LPMPP Universitas Hasanuddin
Lantai Dasar Perpustakaan
Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 11 Makassar - 90245
Fax : 0411 – 585 188
e-mail : lpmpp@unhas.ac.id

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin dari penerbit

KATA PENGANTAR

Laut merupakan bagian dari ekosistem di lingkungan yang sering kali terluput dari rana kesehatan. Padahal menentukan derajat kesehatan tidak hanya fokus pada manusia, akan tetapi perhatian yang cukup terhadap lingkungan laut secara tidak langsung akan memberikan dampak yang baik terhadap lingkungan sekitar dan terutama terhadap manusia yang seringkali melakukan aktivitas di daerah laut. Sampai sekarang ini, kesehatan pesisir dan kepulauan masih jarang menjadi bahasan utama baik oleh pejabat kesehatan pusat dan daerah, mahasiswa kesehatan masyarakat maupun ahli-ahli kesehatan masyarakat lainnya.

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar gugusnya terdiri dari laut. Jadi jelas saja bahwa memperhatikan masalah kesehatan di daerah laut dan pulau merupakan hal yang perlu kita kembangkan. Selain itu, fenomena yang sangat miris yang patut diakui adalah kesehatan merupakan asset yang masih dipandang sebelah mata di negara kita. Masyarakat yang hidup di pesisir dan pulau-pulau kecil memiliki risiko kesehatan. Selain itu terbatasnya pelayanan kesehatan terutama pada saat cuaca buruk, dan kondisi lingkungan yang kurang memenuhi syarat kesehatan sehingga mudah terinfeksi dengan vektor dan agen penyakit.

Penulis berharap dengan hadirnya buku ini menjadi sedikit tambahan informasi bagi para civitas akademika mengenai lingkungan laut yang secara tidak langsung mempengaruhi hadirnya berbagai permasalahan kesehatan

Makassar, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I. LAUT DAN MANUSIA.....	1
A. Definisi Laut	1
B. Awal Mula Terbentuknya Laut	2
C. Pembagian Laut Berdasarkan Jenisnya	4
D. Manfaat Laut Bagi Kehidupan.....	8
BAB II. PENCEMARAN LAUT	14
A. Definisi Pencemaran Laut	14
B. Sumber-sumber Pencemaran Laut	16
C. Dampak Pencemaran Laut	26
BAB III. HAZARD BIOLOGI DI LAUTAN.....	31
A. Bakteri <i>Enterobacter Sp</i>	33
B. Bakteri <i>Bacillus</i>	35
C. Bakteri <i>Coliform</i>	37
D. Bakteri <i>Escherichia Coli</i>	39
E. Bakteri <i>Salmonella Sp</i>	43

F. Bakteri <i>Shigella</i>	47
G. Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i>	48
H. Bakteri <i>Staphylococcus Epidermidis</i>	50
I. Bakteri <i>Proteus Mirabilis</i>	51
BAB IV. HAZARD FISIK DI LAUTAN.....	53
A. Suhu... ..	53
B. Kecerahan	57
C. Kekeruhan.....	57
D. Salinitas.....	58
BAB V. HAZARD KIMIA DI LAUTAN.....	61
A. Polutan Minyak Bumi.....	62
B. Polutan Logam Berat	65
C. Polutan Detergen.....	80
D. Polutan Pestisida.....	82
E. Toksikologi Perairan.....	84
BAB VI. SANITASI LINGKUNGAN DI KEPULAUAN	89
A. Sanitasi Lingkungan	90
B. Sarana Penyediaan Air Bersih	92
C. Sarana Sumur Gali.....	99
D. Sarana Jamban	103
E. Sarana Pembuangan Sampah.....	105
F. Sarana Pembuangan Air Limbah	108
G. Sanitasi Makanan.....	111
H. Cuci Tangan Pakai Sabun	116

BAB VII. KONSEP DASAR KEPULAUAN DAN RISIKO

KESEHATAN LINGKUNGAN120

A. Konsep Dasar Pulau-Pulau Kecil..... 120

B. Permasalahan di Pulau-Pulau Kecil 122

C. Konsep Dasar Risiko Kesehatan Lingkungan 130

D. Konsep Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan 137

BAB VIII. PENELITIAN TERKAIT SANITASI DI KEPULAUAN

..... 154

DAFTAR PUSTAKA

INDEKS

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Luat	1
Gambar 1.2 Zona Laut Wilayah Laut menurut Kedalaman	7
Gambar 3.1 Bakteri <i>Enterobacter</i>	34
Gambar 3.2 Bakteri <i>Bacillus</i>	36
Gambar 3.3 Bakteri <i>Coliform</i>	39
Gambar 3.4 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	43
Gambar 3.5 Bakteri <i>Salmonella</i>	47
Gambar 3.6 Bakteri <i>Shigella</i>	48
Gambar 3.7 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	50
Gambar 3.8 Bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i>	51
Gambar 5.1 Konsentrasi Hg di 5 Kelurahan Pesisir Kota Makassar ..	68
Gambar 5.2 Kandungan Cd di Perairan Muara Sungai Banyuasin.....	76
Gambar 7.1 <i>The Australian Model of Risk Assessment</i>	134

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.1 Hasil Analisis Kandungan Logam Pb pada sampel air laut dan kerang <i>Anadara granosa</i> di kawasan pelabuhan nelayan, Gampong Deah Glumpang.....	71
Tabel 5.2 Hasil Analisis Kandungan Logam Cu pada Sedimen di Kawasan Pelabuhan Jetty Meulaboh.....	73
Tabel 5.3 Kandungan Zn pada Air dan Ikan Baung di Perairan Trisakri Banjarmasin.....	78
Tabel 7.1 Klasifikasi Bahaya Kesehatan Lingkungan	137
Tabel 8.1 Frekuensi Higiene Perorangan Pedagang di Sekolah Dasar Pulau Barrang Lompo.....	155
Tabel 8.2 Frekuensi Sanitasi Alat Makan Sekolah Dasar di Pulau Barrang Lompo.....	156
Tabel 8.3 Jenis Bakteri pada Alat Makan Sekolah Dasar Inpres di Pulau Barrang Lompo.....	157
Tabel 8.4 Jenis Bakteri pada Alat Makan Sekolah Dasar Negeri di Pulau Barrang Lompo.....	157
Tabel 8.5 Gambaran Kontaminasi Bakteri <i>Coliform</i> di DAM Pulau Barrang Lompo.....	165
Tabel 8.6 Gambaran Jumlah Koloni dan Jenis Bkateri pada DAM Pulau Barrang Lompo.....	166

Tabel 8.7 Sanitasi Lingkungan DAM di Pulau Barrang Lompo.....	169
Tabel 8.8 Gambaran Higiene Pekerja pada DAM di Pulau Barrang Lompo.....	171
Tabel 8.9 Gambaran Sarana Penyediaan Air Bersih di Pulau Kodingareng Lompo.....	178
Tabel 8.10 Gambaran Kandungan Bakteriologis <i>E.coli</i> pada Air Sumur Gali di Pulau Kodingareng Lompo.....	179
Tabel 8.11 Gambaran Sarana Jamban Responden di Pulau Kodingareng Lompo.....	184
Tabel 8.12 Gambaran Sarana Pembuangan Sampah di Pulau Kodingareng Lompo.....	188
Tabel 8.13 Gambaran Kondisi Sampah di Lingkungan Rumah Responden di Pulau Kodingareng Lompo.....	191
Tabel 8.14 Gambaran Sarana Pembuangan Air Limbah Responden di Pulau Kodingareng Lompo.....	192
Tabel 8.15 Gambaran Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun di Pulau Kodingareng Lompo.....	196

BAB I

LAUT DAN MANUSIA

A. DEFINISI LAUT

Menurut bahasa Indonesia laut adalah kumpulan air asin dalam jumlah banyak dan luas yang menggenangi dan membagi daratan atas benua atau pulau. Oleh karena itu, laut adalah air yang menutupi permukaan bumi yang sangat luas dan umumnya mengandung garam dan berasa asin (salinitas tinggi) . Air laut bisa berasal dari aliran-aliran sungai yang bermuara ke lautan atau juga bisa juga berasal dari air hujan.

Pertanyaan yang sering muncul adalah mengapa air laut terasa asin? Sebenarnya rasa asin yang ditimbulkan pada air laut tidak terlepas dari pengaruh daratan. Proses ini terjadi ketika hujan di daratan, kemudian air akan meresap dalam tanah dan sedikit demi sedikit akan keluar lagi melalui aliran sungai hingga akhirnya mencapai laut. Saat perjalanan menuju ke laut , air dari daratan juga membawa garam-garam mineral sehingga laut dipenuhi garam-garam mineral.



Gambar 1.1 Laut

Sumber: <https://www.idntimes.com/science/discovery>

Laut memiliki permukaan yang sangat luas sehingga hal tersebut menjadi salah satu penyebab penguapan yang cukup besar. Pada saat air laut menguap yang menguap hanyalah kandungan H₂O (air), sedangkan garam mineral lainnya tetap tinggal bersama air laut. Itulah serangkaian proses yang menjadikan air laut terasa asin. tingkat keasinan (salinitas) air laut ini sangat dipengaruhi oleh faktor suhu terutama pada permukaan laut. Semakin panas daerah tersebut maka air lautnya semakin asin.

Meskipun kebanyakan air laut di dunia memiliki kadar garam sekitar 3% - 3,5%, kandungan garam air laut juga berbeda-beda. Berdasarkan hasil riset, Air laut yang paling tawar adalah di wilayah timur Teluk Finlandia dan di utara Teluk Bothnia. Adapun air laut yang paling asin adalah di Laut Merah (Asia dan Afrika).

Banyaknya kandungan garam di laut disebabkan oleh bumi yang dipenuhi dengan garam mineral yang berasal dari dalam batuan dan tanah. Contohnya, Natrium (Na), Kalium (K), Kalsium (Ca), dan zat pembentuk lainnya. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang menghantam pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam.

B. PERMULAAN TERBENTUKNYA LAUT

Laut menurut sejarahnya terbentuk 4,4 miliar tahun yang lalu. Awalnya bersifat sangat asam dengan air yang mendidih (dengan suhu kurang lebih 100⁰C) karena panasnya bumi pada saat

itu. Asamnya air laut terjadi karena saat itu atmosfer bumi dipenuhi oleh karbondioksida CO₂. Keasaman air inilah yang menyebabkan tingginya pelapukan, sehingga menghasilkan garam-garam yang menyebabkan air laut menjadi asin seperti sekarang ini.

Pada saat itu, gelombang tsunami sering terjadi karena seringnya asteroid menghantam bumi. Pasang surut laut yang terjadi pada saat itu luar biasa tingginya karena jarak bulan yang begitu dekat dengan bumi. Lalu, dari mana asal air yang membentuk lautan di bumi ? Para ahli memiliki beberapa versi untuk menjawab pertanyaan itu. Salah satu versinya adalah bahwa pada saat itu bumi mulai mendingin akibat mulai berkurangnya aktivitas vulkanik. Selain itu, atmosfer bumi pada saat itu tertutup oleh debu-debu vulkanik yang menyebabkan terhalangnya sinar matahari untuk masuk ke bumi. Sehingga, uap air di atmosfer mulai terkondensasi dan terbentuklah air hujan. Hujan inilah yang mengisi cekungan-cekungan di bumi hingga terbentuklah lautan.

Secara perlahan-lahan, jumlah karbon dioksida yang ada di atmosfer mulai berkurang akibat terlarut dalam air laut dan bereaksi dengan ion karbonat membentuk kalsium karbonat. Akibatnya, langit mulai menjadi cerah sehingga sinar matahari dapat kembali masuk menyinari bumi dan mengakibatkan terjadinya proses penguapan sehingga volume air laut di bumi juga mengalami pengurangan dan bagian-bagian di bumi yang awalnya terendam air mulai kering. Proses pelapukan batuan terus berlanjut akibat hujan yang terjadi dan terbawa ke lautan, menyebabkan air laut semakin asin.

Kurang lebih 3,8 miliar tahun silam, bumi mulai terlihat biru karena laut yang sudah terbentuk tersebut. Suhu bumi semakin dingin karena air di laut berperan dalam menyerap energi panas yang ada. Namun pada saat itu, diperkirakan belum ada bentuk kehidupan di bumi. Kehidupan di bumi, menurut para ahli, berawal dari lautan (life begin in the ocean). Namun demikian, masih merupakan perdebatan hingga saat ini kapan tepatnya kehidupan awal itu terjadi dan di bagian lautan yang mana.

Apakah di dasar laut atautkah di permukaan? Hasil penemuan geologis pada 1971 pada bebatuan di Afrika Selatan (yang diperkirakan berusia 3,2 s.d. 4 miliar tahun) menunjukkan adanya fosil seukuran beras dari bakteri primitif yang diperkirakan hidup di dalam lumpur mendidih di dasar laut.

C. PEMBAGIAN LAUT BERDASARKAN JENISNYA.

1. Laut Berdasarkan Proses Terjadinya

Menurut proses terjadinya, laut dikelompokkan menjadi laut transgresi, ingresi, dan regresi.

a. Laut Transgresi

Laut transgresi adalah laut yang terjadi karena adanya perubahan permukaan laut secara positif (secara meluas). Perubahan permukaan ini terjadi karena naiknya permukaan air laut atau daratannya yang turun sehingga bagian-bagian daratan yang rendah tergenang air laut. Perubahan ini terjadi pada zaman es. Contoh laut jenis ini adalah Laut Jawa, Laut Arafuru, dan Laut Utara.

b. Laut Ingresi

Laut ingresi adalah laut yang terjadi karena adanya penurunan tanah di dasar laut. Oleh karena itu, laut ini juga sering disebut laut tanah turun. Penurunan tanah di dasar laut akan membentuk lubuk laut dan palung laut. Lubuk laut atau basin adalah penurunan di dasar laut yang berbentuk bulat. Contohnya, Lubuk Sulu, Lubuk Sulawesi, Lubuk Banda dan Lubuk Karibia. Adapun palung laut atau trog adalah penurunan di dasar laut yang bentuknya memanjang. Contohnya, Palung Mindanao yang dalamnya 1.085 m, Palung Sunda yang dalamnya 7.450 m, Palung Jepang yang dalamnya 9.433 m, serta Palung Mariana yang dalamnya 10.683 m (terdalam di dunia).

c. Laut Regresi

Laut regresi adalah laut yang menyempit. Penyempitan terjadi karena adanya pengendapan oleh batuan (pasir, lumpur dan lain-lain) yang dibawa oleh sungai-sungai yang bermuara di laut tersebut. Penyempitan laut banyak terjadi di pantai utara Pulau Jawa.

2. Menurut Letaknya

Berdasarkan letaknya, laut dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu laut tepi, laut pertengahan, dan laut pedalaman.

a. Laut Tepi

Laut tepi adalah laut yang terletak di tepi benua (kontinen) dan seolah-olah terpisah dari samudera luas oleh daratan pulau-pulau atau jazirah. Contohnya, Laut Cina Selatan dipisahkan oleh Kepulauan Indonesia dan Kepulauan Filipina.

b. Laut Pertengahan

Laut pertengahan adalah laut yang terletak di antara benua-benua. Lautnya dalam dan mempunyai gugusan pulau-pulau. Contohnya, Laut Tengah di antara benua Afrika-Asia dan Eropa, dan Laut Es Utara di antara benua Asia dengan Amerika.

c. Laut Pedalaman

Laut pedalaman adalah laut-laut yang hampir seluruhnya dikelilingi oleh daratan. Contohnya, Laut Kaspia, Laut Hitam, dan laut Mati.

3. Menurut Kedalamannya

Menurut kedalamannya, laut dibedakan berdasarkan 4 wilayah (zona) sebagai berikut:

a. Zona Lithoral

Zona lithoral adalah wilayah pantai atau pesisir atau shore. Di wilayah ini, pada saat air pasang akan tergenang air dan pada saat air laut surut berubah menjadi daratan. Oleh karena itu, wilayah ini sering juga disebut wilayah pasangsurut.

b. Zona Neritic

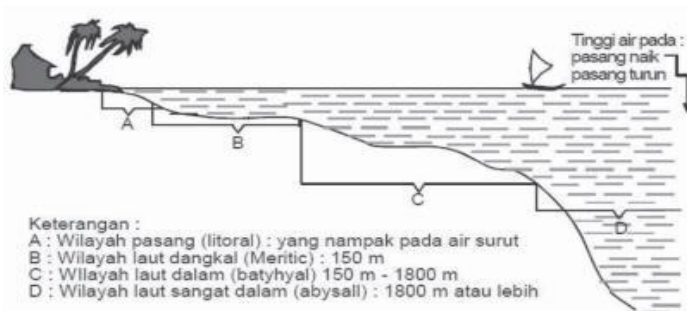
Zona neritic adalah dari batas wilayah pasang surut hingga kedalaman 150 m. Pada zona ini masih dapat ditembus oleh sinar matahari sehingga pada wilayah ini paling banyak terdapat berbagai jenis kehidupan, baik hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Contohnya, Laut Jawa, Laut Natuna, Selat Malaka, dan laut-laut di sekitar Kepulauan Riau.

c. Zona Bathyal

Zona bathyal adalah wilayah laut yang memiliki kedalaman antara 150 m hingga 1800 m. Wilayah ini tidak dapat tertembus sinar matahari. Oleh karena itu, kehidupan organismenya tidak sebanyak yang terdapat di wilayah Neritic.

d. Zona Abysal

Zona abysal adalah wilayah laut yang memiliki kedalaman lebih dari 1800 m. Di wilayah ini suhunya sangat dingin dan tidak ada tumbuh-tumbuhan. Jenis hewan yang dapat hidup di wilayah ini sangat terbatas.



Gambar 1.2 Zona Wilayah Laut Menurut Kedalaman

D. MANFAAT LAUT BAGI KEHIDUPAN

1. Tempat Rekreasi dan Hiburan

Laut memang menjadi salah satu alternatif tempat hiburan yang murah meriah. Selain bisa menikmati pemandangannya yang indah, kita bisa bermain air sepuasnya di laut. Sebagai negara tropis, panorama alam laut di negara kita sangat luar biasa dan memiliki keragaman yang dapat dijadikan sebagai pusat wisata bahari.

Di kawasan Indonesia bagian timur, tempat wisata bahari yang sangat terkenal adalah Bunaken di Sulawesi Utara dan Wakatobi di Sulawesi Tenggara. Di kawasan Indonesia bagian barat, keindahan alam laut yang terkenal adalah di bagian pantai barat Sumatera dan selatan Jawa, termasuk di daerah Kepulauan Natuna, dan daerah lainnya yang belum disebutkan satu per satu. Semua itu menjadikan laut sebagai objek wisata yang menarik untuk dikunjungi, baik oleh wisatawan domestik maupun mancanegara.

2. Tempat Hidup Sumber Makanan Kita

Jika kita penggemar makanan seafood, tentu sudah tidak asing dengan ikan, udang, cumi-cumi, dan makanan seafood lainnya. Bahkan, mungkin dengan rumput laut. Semua makanan tersebut bisa kita dapatkan di laut. Dengan demikian, tidak heran jika para nelayan sangat menggantungkan hidupnya di laut untuk mencari ikan. Laut yang memiliki banyak sumber

daya alam memang merupakan salah satu sumber makanan bagi manusia.

Di Indonesia, ikan termasuk salah satu komoditas ekspor nonmigas yang telah sejak lama menjadi salah satu tulang punggung ekonomi bangsa. Melalui usaha penangkapan ikan di laut, bangsa Indonesia mampu mengekspor ikan dan hasil laut ke mancanegara, terutama ke Jepang, Eropa, dan Amerika serikat.

Indonesia juga telah berhasil mengembangkan usaha budaya perikanan, baik untuk memenuhi keperluan dalam negeri maupun untuk tujuan ekspor. Tidak kurang dari 9 juta ton ikan dihasilkan oleh laut dan wilayah perairan Indonesia, baik dalam usaha penangkapan ikan maupun usaha budidaya perikanan.

3. Sumber Energi

Laut juga terkenal sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang pada saat ini, walaupun memang belum tergarap dengan sempurna. Berbagai potensi energi terbarukan sebenarnya terdapat di laut Indonesia dalam jumlah yang sangat besar.

Sebagai contoh, adanya arus laut abadi yang menghubungkan dua samudera, yaitu Samudera Hindia dan Pasifik. Jika arus abadi itu digunakan untuk menggerakkan turbin listrik, bukan saja Indonesia yang bisa terang benderang, melainkan seluruh daratan Asia. Sayangnya, arus laut ini belum sama sekali digarap sebagai sumber energi potensial. Selain itu,

juga terdapat energi-energi lainnya dari laut yang belum dimanfaatkan oleh manusia dengan baik.

4. Tempat Budidaya

Saat ini, kita juga bisa menggunakan laut sebagai sarana untuk membudidayakan makanan kita, seperti ikan, rumput laut, atau bahkan kerang mutiara. Pemanfaatan laut sebagai sarana untuk membudidayakan ikan, rumput laut, kerang mutiara, dan produk laut lainnya sudah tersebar hampir di seluruh tanah air.

5. Tempat Pertambangan

Salah satu hasil tambang terpenting yang dihasilkan dari laut Indonesia adalah minyak dan gas bumi yang sudah di ekspor ke mancanegara. Selain itu, Indonesia juga terkenal sebagai penghasil timah, pasir besi, boksit, juga granit. Dengan demikian, banyak hasil tambang yang dapat digali dari laut yang mendatangkan manfaat besar bagi kesejahteraan rakyat Indonesia. Namun, dalam proses penambangan tersebut harus dipertimbangkan dengan benar agar tidak merusak lingkungan biota laut dan terumbu karang.

Selain di dasar laut, air laut sendiri mengandung aneka tambang yang tidak sedikit. Air laut adalah zat pelarut yang terbaik sehingga semua logam mulia terdapat di dalam air laut. Hanya saja untuk melakukan penambangan air laut diperlu teknologi mutakhir.

6. Sumber Air Minum (Desalinasi)

Di dalam laut ternyata banyak terdapat sumber mata air tawar, termasuk sumber air mineral yang siap untuk ditambah sebagai sumber air bersih. Selain itu, air laut juga dapat menjadi sumber air bersih dengan melakukan penyulingan buatan seperti yang sudah dilakukan oleh Pemerintah Arab Saudi.

Di sana, air laut yang sudah disuling tidak hanya digunakan untuk memenuhi keperluan manusia, tetapi juga bagi hewan ternak dan tumbuh-tumbuhan. Oleh karena itu, laut benar-benar dapat menjadi tumpuan harapan masa depan bangsa Indonesia.

7. Jalur Transportasi Air

Indonesia adalah sebuah negara maritim terbesar dunia. Lebih dari 70 persen luas wilayahnya terdiri atas lautan yang membentang dari ujung utara Pulau Sumatera sampai ke ujung selatan Papua. Laut bagi bangsa Indonesia bukanlah sebagai pemisah melainkan sebagai pemersatu bangsa melalui jalur komunikasi dan transportasi termurah. Melalui jalur lautlah sebagian terbesar dari keperluan bangsa Indonesia diangkut. Oleh karena itu, laut benar-benar berfungsi sebagai pemersatu bangsa Indonesia.

Karena itulah, bangsa Indonesia sudah semestinya bersyukur kepada Yang Maha Kuasa atas anugerah yang teramat besar yang diberikan-Nya kepada bangsa dan rakyat Indonesia. Sekarang tinggal bagaimana upaya bangsa Indonesia dalam mengelola segala potensi sumber daya laut untuk

kesejahteraan dan kelestarian lingkungan hidup bangsa Indonesia nanti.

8. Objek Penelitian dan Pendidikan

Laut memiliki luas dan kedalaman yang sangat luar biasa. Oleh karena itu, laut merupakan salah satu objek pendidikan dan penelitian yang sangat potensial. Apalagi laut benar-benar diharapkan dapat menjadi penyanggah kehidupan utama manusia pada masa yang akan datang, baik sebagai sumber pangan, energi, maupun berbagai keperluan.

9. Konservasi Alam

Darat dan laut adalah merupakan dua kawasan yang saling berinteraksi antara satu dengan lain. Oleh karena itu, keduanya merupakan suatu ekosistem yang tidak dapat dipisahkan. Konservasi alam merupakan salah satu upaya manusia untuk menjaga kelestarian lingkungan alam, baik di darat maupun di laut.

Konservasi ikan terubuk di Kabupaten Bengkalis, Riau merupakan salah satu contoh yang sangat konkret bagaimana upaya pemerintah dan masyarakat untuk menjaga kelestarian lingkungan hidup, terutama untuk ikan terubuk. Konservasi terumbu karang dan hewan-hewan langka seperti penyu laut, merupakan langkah yang sangat tepat untuk menjaga kelestarian lingkungan hidup agar anak cucu masa depan masih tetap dapat menikmati keanekaragaman flora dan fauna, serta lingkungan hidup baik di darat maupun di laut.

10. Pertahanan dan Keamanan

Sebagai sebuah negara maritim, bangsa Indonesia memang banyak mengandalkan kawasan laut sebagai *buffer* dalam menjaga keutuhan bangsa dan negara Indonesia. Laut benar-benar dapat berfungsi sebagai areal penyangga utama dalam menjaga teritorial bangsa Indonesia.

BAB II

PENCEMARAN LAUT

A. DEFINISI PENCEMARAN LAUT

Pencemaran lingkungan dapat dikatakan sebagai tatanan lingkungan yang berubah akibat kegiatan manusia atau proses alami sehingga lingkungan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya akibat mutu kualitas lingkungan turun sampai tingkat tertentu. Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi lagi dalam menunjang pembangunan berkelanjutan.

Pengetian ini dapat disederhanakan dengan adanya tiga unsur dalam masalah pencemaran, yaitu sumber perubahan akibat kegiatan manusia atau proses alam, merosotnya fungsi lingkungan untuk menunjang kehidupan, dan bentuk perubahannya adalah berubahnya konsentrasi suatu bahan dalam lingkungan.

Peraturan Pemerintah No.19/1999 dikatakan bahwa Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu

yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya.

Pencemaran laut (*Marine Pollution*) merupakan salah satu masalah yang mengancam bumi saat ini. Pencemaran laut terus menerus menjadi isu utama lingkungan dalam konteks perbaikan lingkungan hidup internasional. Perlindungan laut terhadap pencemaran sendiri merupakan upaya melestarikan warisan alam. Sementara tindakan melestarikan sumber daya alam adalah memberikan prioritas pada nilai keindahan alam, nilai selain ekonomis, nilai penghormatan terhadap sesuatu yang tidak diciptakan sendiri.

Pencemaran laut sendiri dapat dibedakan dalam enam kelompok sebagai berikut:

1. Pencemaran laut akibat adanya aktivitas manusia. Bukti-bukti ilmiah menunjukkan adanya tiga penyebab utama pencemaran laut golongan pertama ini, yaitu sebagai berikut:
 - a. Penggunaan berbagai macam “*synthetic chemical*” khususnya “*chlorinated hydrocarbons*” untuk pertanian.
 - b. Pengotoran atmosfer oleh hydrocarbons, minyak yang dihasilkan oleh penggunaan minyak bumi untuk menghasilkan energi.
 - c. Pelepasan logam-logam berat, seperti merkuri akibat proses industri atau lainnya.
2. Pencemaran yang disebabkan karena pengaliran limbah industri atau limbah domestik dari pantai, baik melalui sungai “*sewage outlets*” atau akibat “*dumping*”.

3. Pencemaran laut dengan adanya kegiatan-kegiatan radioaktif alam ataupun dari kegiatan-kegiatan manusia. Pencemaran laut yang disebabkan oleh kepentingan militer atau pembuangan alat-alat militer di laut. Percobaan senjata nuklir dan pembuangan limbah radioaktif, termasuk menjadi penyebab utama dari pencemaran ini.
4. Pencemaran yang disebabkan oleh kapal laut. Pencemaran ini dapat dilakukan oleh kapal muatan dan kapal biasa. Adanya kecelakaan kapal di laut Tumpahan minyak di laut, karena kegiatan kapal seperti pembuangan air ballast atau, misalnya kecelakaan itu melibatkan kapal tanker merupakan penyebab utama dari pencemaran yang disebabkan oleh kapal laut.
5. Kegiatan penambangan di dasar laut, kegiatan ini termasuk kegiatan yang dapat menyebabkan pencemaran yang terjadi karena kebocoran pada instalasi penambangan dan pembuangan limbah yang tidak memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

B. SUMBER-SUMBER PENCEMARAN LAUT

Penyebab utama dari sumber pencemaran air biasanya berasal dari berbagai hal, tetapi secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu sumber kontaminan tidak langsung dan langsung. Sumber tak langsung adalah kontaminan yang masuk ke badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa air hujan. Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari limbah industri, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian. Air tanah dan tanah

banyak mengandung sisa dari aktivitas pertanian, misalnya pupuk dan pestisida. Aktivitas manusia juga menghasilkan kontaminan dari atmosfer, yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam. Sumber langsung juga diantaranya *efluen* yang keluar dari industri, TPA sampah, rumah tangga, dan sebagainya.

Gas, bahan terlarut, dan partikulat terhadap lingkungan perairan dan kesehatan manusia menjadi pengaruh bahan pencemar yang dapat ditunjukkan secara skematik sebagai berikut.

1. Komponen Pencemaran Air

Manusia hampir mengenal 10 juta zat kimia, dan telah menggunakan hampir 100.000 zat kimia secara komersial. Kebanyakan sisa zat kimia tersebut dibuang ke air tanah atau badan air. Contohnya, pestisida yang selalu digunakan di bidang pertanian, industri, atau rumah tangga. Contoh lainnya adalah PCB yang telah digunakan pada alat-alat elektronik dan detergen yang biasa digunakan dalam rumah tangga.

Ternyata komponen pencemaran air turut menentukan bagaimana indikator tersebut terjadi, erat kaitannya dengan masalah indikator pencemaran air. Komponen pencemaran air yang berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman), dan pertanian dapat dikelompokkan sebagai berikut.

a. Bahan Buangan Padat

Bahan buangan padat adalah bahan buangan yang berbentuk padat, baik yang halus atau yang kasar, seperti sampah. Buangan tersebut apabila dibuang ke air, menjadi

pencemaran akan menimbulkan pelarutan, pengendapan, serta pembentukan koloidal.

Apabila bahan buangan padat tersebut menimbulkan, kepekatan, pelarutan atau berat jenis air akan naik. Kadang pelarutan ini pula disertai dengan perubahan warna air. Air yang berwarna gelap dan mengandung larutan pekat akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air. Akibatnya, akan mengganggu proses fotosintesis tanaman dalam air. Hal itu juga mengakibatkan jumlah oksigen terlarut dalam air menjadi berkurang dan kehidupan organisme dalam air juga terganggu.

Adanya endapan di dasar perairan akan sangat mengganggu kehidupan organisme. Hal ini karena endapan tersebut akan menutup permukaan dasar air yang biasanya mengandung telur ikan sehingga tidak dapat menetas.

Selain itu, endapan tersebut dapat menghalangi datangnya sinar matahari dan menghalangi sumber makanan ikan dalam air. Pembentukan koloidal akan terjadi apabila buangan tersebut berbentuk halus sehingga sebagian ada yang melayang-layang dan sebagian larut sehingga air menjadi keruh.

b. Bahan Buangan Organik dan Olahan Bahan Makanan

Bahan buangan organik biasanya berupa limbah yang dapat terdegradasi atau membusuk oleh mikroorganisme sehingga ketika bahan buangan organik tersebut dibuang ke perairan, akan menaikkan populasi mikroorganisme dan juga

kadar BOD dalam hal ini akan naik. Tidak menutup kemungkinan dengan bertambahnya mikroorganisme, bakteri patogen juga dapat berkembang pula kemudian akan berbahaya bagi manusia.

Bahan buangan organik yang berbau lebih menyengat sebenarnya adalah buangan olahan bahan makanan. Pada dasarnya, buangan olahan makanan mengandung gugus amino dan protein. Oleh sebab itu, ketika didegradasi, akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap dan berbau busuk (misalnya, NH_3).

c. Bahan Buangan Anorganik

Mikroorganisme sangat susah untuk mendegradasi bahan buangan anorganik, kebanyakan adalah logam. Terjadi peningkatan jumlah ion logam dalam air apabila masuk ke perairan. Bahan buangan anorganik kebanyakan bersumber dari limbah industri yang melibatkan penggunaan unsur-unsur logam, seperti timbal (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), air raksa atau merkuri (Hg), Nikel (Ni), Calcium (Ca), dan Magnesium (Mg).

Air bersifat sadah apabila mengandung ion Mg dan Ca dalam air. Peralatan yang terbuat dari besi melalui proses pengkaratan (korosi) akan rusak apabila kesadahan air yang tinggi. Selain itu, juga dapat menyebabkan endapan atau kerak pada peralatan. Apabila air yang mengandung ion-ion logam tersebut sangat berbahaya bagi tubuh manusia dan

tidak layak minum apabila ion-ion logam berasal dari logam berat maupun yang bersifat racun seperti Pb, Cd ataupun Hg.

d. Bahan Buangan Cairan Berminyak

Bahan buangan cairan berminyak akan menutupi permukaan air apabila dibuang ke air lingkungan. Penguapan dan luas permukaan minyak yang menutupi permukaan air akan menyusut jika bahan buangan minyak mengandung senyawa yang volatil. Penyusutan minyak ini bergantung pada waktu dan jenis minyak. Mikroorganisme tertentu akan mendegradasi lapisan minyak pada permukaan air, tetapi membutuhkan waktu yang lama.

Mikroorganisme dalam air akan terganggu karena adanya lapisan minyak di permukaan air laut. Hal ini terjadi difusi oksigen dari udara ke dalam air sehingga oksigen terlarut akan berkurang dan lapisan tersebut akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air karena terhalangi oleh lapisan tersebut. Pada akhirnya, fotosintesis pun akan ikut terganggu. Bahkan, burung juga ikut terganggu karena lapisan minyak tersebut akan membuat bulunya menjadi lengket dan tidak dapat mengembang.

e. Bahan Buangan Berupa Panas (Polusi Thermal)

Ikan atau spesies tidak hanya terganggu karena perubahan kecil pada temperatur air lingkungan, tetapi juga akan mempercepat proses biologis pada tumbuhan dan hewan, bahkan akan menurunkan tingkat oksigen dalam air. Sehingga akan menimbulkan kerusakan pada ekosistem

bahkan menyebabkan kematian pada ikan. Untuk itu, harus terhindar dari polusi thermal. Jadi, jika akan membuang air buangan ke perairan, sebaiknya industri-industri harus memperhatikan hal ini.

f. Bahan Buangan Zat Kimia

Bahan buangan zat kimia mempunyai banyak macam. Tetapi, untuk pencemar air dapat kategorikan menjadi sebagai berikut:

1) Sabun (deterjen, sampo, dan bahan pembersih lainnya)

Timbulnya buih-buih sabun pada permukaan air karena adanya bahan buangan zat kimia yang berupa sabun (deterjen, sampo, dan bahan pembersih lainnya) yang berlebihan di dalam air. Beberapa perbedaan antara deterjen dan sabun serta bahan pembersih lainnya yaitu Sabun berasal dari asam lemak (stearat, palmitat atau oleat) yang direaksikan dengan basa $\text{Na}(\text{OH})$ atau $\text{K}(\text{OH})$.

Sabun lunak adalah garam kalium asam lemak yang didapatkan dari reaksi asam lemak dengan basa $\text{K}(\text{OH})$ sedangkan sabun natron (sabun keras) adalah garam natrium asam lemak. Sabun lemak biasanya diberikan pewarna yang menarik dan pewangi (parfum) yang enak serta bahan antiseptik seperti pada sabun mandi.

Sifat sabun yaitu membersihkan karena dapat mengemulsikan kotoran yang melekat pada pakaian atau badan. Sabun dan air sadah tidak dapat membentuk busa, tetapi akan membentuk gumpalan atau endapan dan larutan sabun bereaksi basa disebabkan karena terjadi hidrolisis sebagian.

Deterjen juga sebagai bahan pembersih seperti sabun, tetapi dibuat dari senyawa petrokimia. Deterjen mempunyai keuntungan dibandingkan dengan sabun. Hal ini karena pada air sadah deterjen dapat bekerja. Bahan deterjen biasanya juga digunakan adalah *dodecyl benzen sulfonat*. Dalam air, deterjen akan mengalami ionisasi membentuk komponen bipolar aktif pada air sadah yang akan mengikat ion Ca dan/atau ion.

Pada ujung *dodecylbenzen-sulfonat* komponen bipolar aktif akan terbentuk. Deterjen diberi bahan pembentuk yang bersifat alkalis untuk dapat membersihkan kotoran dengan baik. Natrium tripoliposfat merupakan contoh bahan pembentuk yang bersifat alkalis. Bahan buangan berupa sabun dan deterjen di dalam air lingkungan akan mengganggu karena alasan berikut:

- 1) pH air akan naik dengan larutan sabun sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam air. Deterjen yang mengandung bahan non-Fosfat akan menaikkan pH air sampai sekitar 10,5-1.

- 2) Kehidupan mikroorganisme di dalam air, bahkan dapat mematikan apabila bahan antiseptik ditambahkan ke dalam sabun/deterjen.
- 3) Keadaan akan merugikan lingkungan karena ada beberapa bahan sabun atau deterjen yang tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme yang ada di dalam air. Namun, akhir-akhir ini mulai banyak digunakan bahan sabun/deterjen yang dapat dipecah oleh mikroorganisme.

g. Bahan pemberantas hama

Sisa insektisida pada daerah pertanian tersebut cukup banyak karena pemakaian bahan insektisida pada lahan pertanian biasanya sampai pada daerah yang sangat luas. Sisa bahan insektisida tersebut melalui pengairan sawah dapat sampai ke air lingkungan, melalui hujan yang jatuh pada daerah pertanian, kemudian mengalir ke sungai atau danau di sekitarnya.

Seperti halnya pada pencemaran udara, apabila sampai ke dalam air lingkungan semua jenis bahan insektisida bersifat racun. Mikroorganisme akan sulit untuk memecahkan bahan insektisida dalam air sulit. Walaupun bisa, biasanya akan membutuhkan waktu yang cukup lama. Waktu degradasi mikroorganisme berselang dari beberapa minggu sampai beberapa tahun. Senyawa minyak bumi biasanya dicampur dengan bahan insektisida sehingga air yang terkena bahan

buangan pemberantas hama ini permukaannya akan tertutup lapisan minyak.

h. Zat Warna Kimia

Zat warna pada umumnya dipakai pada semua industri. Hasil atau produk industri tidak menarik ketika tidak memakai zat warna. Oleh karena itu, hampir semua industri memanfaatkan zat pewarna agar mudah dipasarkan.

Pada umumnya, bagi tubuh manusia semua zat warna adalah racun. Oleh karena itu, perlu mendapat perhatian sungguh-sungguh agar tidak sampai masuk ke dalam tubuh manusia melalui air minum pada pencemaran zat warna ke air lingkungan. Sebetulnya ada beberapa zat warna tertentu yang relatif aman bagi manusia, yaitu serta zat warna yang digunakan pada industri bahan makanan dan minuman.

Chromogen dan *auxochrome* merupakan zat penyusun zat pewarna. *Chromogen* adalah zat pemberi warna yang berasal dari radikal kimia atau senyawa aromatik yang berisi *chromopore*, seperti kelompok nitroso (-NO), kelompok azo (-N=N-), kelompok etilen (>C=C<), dan lain lain.

Penggabungan radikal kimia tersebut dengan senyawa lain akan menghasilkan macam-macam warna. Sedangkan *auxochrome* adalah zat yang memudahkan

pelarutan sehingga zat warna dapat mudah meresap dengan baik ke dalam bahan yang akan diberi warna.

Zat warna dapat pula diperoleh dari mineral alam dan senyawa anorganik yang biasa disebut dengan pigmen. Ada juga beberapa bahan tambahan yang digunakan sesuai dengan fungsinya, misalnya bahan pengencer (misalnya terpentin dan naftalen), bahan pembentuk lapisan film (misalnya bahan vernis dan emulsi lateks), bahan anti mengelupas (misalnya polihidroksi fenol), bahan pengering (misalnya Co, Mn, naftalen) dan bahan pembentuk elastik (misalnya minyak).

Hampir semua zat warna kimia adalah racun ketika ditinjau dari bahan susunan zat pewarna dan bahan-bahan yang ditambahkan maka apabila masuk ke dalam tubuh manusia, zat pewarna dapat bersifat *cocarcinogenik*, yaitu merangsang tumbuhnya kanker. Oleh karena itu, sangatlah berbahaya apabila pembuangan zat kimia ke air lingkungan. Selain akan mempengaruhi kandungan oksigen dalam air mempengaruhi pH air lingkungan, zat kimia itu juga bersifat racun, yang menjadikan gangguan bagi mikroorganisme dan hewan air.

i. Zat radioaktif

Pembuangan sisa zat radioaktif ke air lingkungan secara langsung kemungkinan bisa saja terjadi. Hal tersebut dimungkinkan karena pengembangan di bidang aplikasi teknologi nuklir yang menggunakan zat radioaktif yang sudah banyak. Contohnya, aplikasi teknologi nuklir pada bidang farmasi, pertanian, kedokteran, dan lain-lain.

Air lingkungan jelas sangat membahayakan bagi lingkungan dan manusia apabila adanya zat radioaktif di dalamnya. Hal ini karena zat radioaktif dapat menimbulkan kerusakan biologis, baik melalui efek tertunda maupun efek langsung.

C. DAMPAK PENCEMARAN LAUT

Pencemaran air sangat berbahaya dan dampaknya sangat luas, misalnya dapat meracuni air minum, meracuni ikan, merusak hutan akibat hujan asam, penyebab ketidakseimbangan ekosistem sungai dan danau dan sebagainya. pertumbuhan tanaman air yang di luar kendali yang disebut eutrofikasi pada badan air, danau dan sungai, fosfat dan nitrogen dari kegiatan pertanian. Oksigen yang seharusnya digunakan bersama oleh seluruh hewan/tumbuhan air, menjadi berkurang diakibatkan karena adanya ledakan pertumbuhan tersebut. Ketika tanaman air tersebut mati, oksigen lebih banyak disedot dari dekomposer. Akibatnya, aktivitas bakteri akan menurun dan ikan akan mati.

Dampak pencemaran air pada umumnya dibagi dalam 4 kelompok, sebagaimana berikut:

1. Dampak Pencemaran terhadap Kehidupan Biota Air

Menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air tersebut karena banyaknya zat pencemar pada air limbah sehingga akan menimbulkan terganggunya kehidupan dalam air yang membutuhkan oksigen dan mengurangi perkembangannya. Selain itu, adanya zat beracun yang juga menimbulkan kerusakan pada tanaman dan tumbuhan air juga akan mengakibatkan kematian.

Dengan bakteri-bakteri yang mati, proses penjernihan air secara alamiah yang seharusnya terjadi pada air limbah juga terhambat dengan air limbah maka menjadi sulit terurai. Dampak bagi kematian organisme terjadi karena panas dari industri, apabila air limbah tidak didinginkan dahulu.

2. Dampak Pencemaran terhadap Kualitas Air Tanah

Dengan fecal *Coliform* maka pencemaran air tanah oleh tinja yang biasa diukur. Hal ini telah dibuktikan pada beberapa survey sumur dangkal di beberapa daerah. Banyak penelitian yang mengindikasikan terjadinya pencemaran tersebut.

3. Dampak Pencemaran terhadap Estetika Lingkungan

Perairan akan semakin tercemar yang biasanya ditandai dengan bau yang menyengat ketika semakin banyaknya zat

organik yang dibuang ke lingkungan perairan, di samping tumpukan yang dapat mengurangi estetika lingkungan.

Masalah lemak atau limbah minyak juga bisa menurunkan atau mengurangi nilai estetika. Limbah dapat menyebabkan tempat sekitarnya menjadi licin, selain itu limbah juga dapat menyebabkan bau yang tidak enak. Limbah sabun atau deterjen dapat menyebabkan penumpukan busa yang sangat banyak. Hal ini pun dapat mengurangi estetika.

4. Dampak Pencemaran terhadap Laut

Air laut adalah suatu komponen yang berinteraksi dengan lingkungan daratan dimana laut merupakan tujuan bermuaranya atau tempat buangan limbah dari daratan. Air laut juga merupakan tempat penerimaan bahan pencemar yang jatuh dari atmosfer.

Limbah yang terdapat bahan pencemar itu kemudian masuk ke dalam ekosistem perairan laut dan pantai. Sebagian tenggelam ke dasar, sebagian larut dalam air, sebagian masuk ke dalam jaringan tubuh organisme laut (termasuk fitoplankton, ikan, udang, cumi-cumi, kerang, rumput laut dan lain-lain) dan terkonsentrasi ke sedimen. Kemudian, fitoplankton akan menyerap bahan pencemar tersebut yang masuk ke air.

Fitoplankton merupakan sebagai tropik level pertama dan produsen dalam rantai makanan. Kemudian, zooplankton akan memakan fitoplankton. Konsentrasi polutan dalam tubuh fitoplankton lebih rendah dalam tubuh zooplankton karena zooplankton memangsa fitoplankton sebanyak-banyaknya.

Ikan-ikan planktivores (pemakan plankton) akan memakan fitoplankton dan zooplankton sebagai tropik level kedua. Ikan karnivores (pemakan ikan atau hewan) akan memangsa ikan planktivores sebagai tropik level ketiga, selanjutnya dimangsa oleh ikan predator sebagai tropik level tertinggi.

Kemungkinan besar makanan yang terdapat pada daerah tercemar kemungkinan akan tercemar demikian juga pada makanan yang bersumber dari laut yang tercemar kemungkinan besar akan tercemar pula dan juga mengandung bahan polutan yang tinggi. Logam berat merupakan salah satu polutan yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup dan kesehatan manusia.

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia dan Organisasi Pangan Dunia menginstruksikan agar tidak mengonsumsi makanan laut yang tercemar logam berat. Logam berat telah lama dikenal memiliki kemampuan terakumulasi dalam organ tubuh manusia dan suatu elemen yang mempunyai daya racun yang sangat potensial bahkan tidak sedikit yang menyebabkan kematian. Beberapa jenis logam berat yang berbahaya adalah air raksa atau mercury (Hg), Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), dan lain sebagainya.

5. Dampak Pencemaran terhadap Kesehatan Manusia

Peningkatan pencemaran pada perairan pantai dan laut disebabkan karena semakin meningkatnya produk industri rumah tangga semakin meluasnya kawasan pemukiman

penduduk dan semakin berkembangnya kawasan industri di kota besar. Hal ini terjadi karena semua limbah dari daratan pada akhirnya bermuara ke pantai, baik yang berasal dari pemukiman perkotaan, maupun yang bersumber dari kawasan industri.

Air sisa-sisa pencucian akan terbuang ke saluran drainase dan masuk ke kanal dan selanjutnya terbawa ke pantai yang mengandung limbah domestik yang berasal dari rumah tangga, perhotelan, rumah sakit dan industri rumah tangga. Air hujan dan terbawa masuk ke kanal atau sungai dan selanjutnya juga bermuara ke pantai akan mengikis air Limbah yang dibuang pada tempat pembuangan sampah. Limbah akhirnya akan terbuang ke perairan pantai baik yang berasal dari kawasan industri, baik yang sudah diolah maupun yang belum diolah.

BAB III

HAZARD BIOLOGI DI LAUTAN

Air tidak lepas dari pengaruh pencemaran yang juga diakibatkan oleh aktivitas manusia, air dan ekosistem perairan merupakan daerah yang rawan terkontaminasi limbah dari berbagai aktivitas manusia yang semakin meningkat. Karena itu, memonitor kualitas air sangat diperlukan untuk mencegah akibat negatif yang ditimbulkan pencemaran air.

Kualitas perairan pantai akan mempengaruhi kondisi kehidupan tidak hanya di ekosistem pantai tersebut, tapi juga akan mempengaruhi kehidupan yang ada dilautan. Untuk itulah sangat penting untuk mengetahui status pencemaran pantai demi kepentingan pelestarian lingkungan ataupun kepentingan di bidang perikanan dan kelautan lainnya.

Perairan laut merupakan kumpulan air asin yang luas dan memisahkan benua yang satu dengan yang lain serta memisahkan pulau yang satu dengan yang lain. Perairan laut juga merupakan kumpulan air asin yang menggenangi dan membagi daratan atas benua dan pulau. Dalam perairan laut juga terdapat beberapa ekosistem air laut.

Laut merupakan bagian dari ekosistem perairan yang memiliki ciri-ciri antara lain bersifat continental, luas dan dalam, asin, memiliki arus dan gelombang, pasang surut, serta berkadar garam tinggi dengan kandungan ion Cl dalam perairannya mencapai 55%. Selain itu perairan laut dihuni oleh hewan bersel satu, invertebrata, tanaman laut, serta organisme besar maupun kecil (mikroskopis).

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/ atau komponen lain ke dalam air. Pencemaran juga bisa merupakan berubahnya komposisi air oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Definisi pencemaran yang lebih jelas adalah menurut Akta Kualiti Alam (1974) mengatakan bahwa pencemaran adalah perubahan secara tidak langsung atau langsung sifat-sifat fisik, kimia, biologi atau radiasi dari bagian alam sekeliling dengan cara melepaskan, mengeluarkan atau meletakkan buangan hingga menimbulkan suatu keadaan berbahaya atau mungkin berbahaya pada kesehatan, keselamatan atau kebaikan alam atau organisme-organisme lain, tumbuhan dan hewan.

Salah satu sumber pencemaran yang ada di lautan yaitu yaitu bersumber dari cemaran biologi. Sumber pencemaran secara biologi seperti dari virus, biologi dan sebagainya yang dapat mengganggu bahkan mengancam kelangsungan hidup baik manusia maupun makhluk hidup lainnya.

Bakteri yang terdapat di dalam air laut bisa berasal dari berbagai sumber seperti udara, tanah, sampah, lumpur, tanaman hidup atau mati, bahan organik lainnya, dan sebagainya. Bakteri tersebut mungkin tahan lama hidup di dalam air, atau tidak tahan lama hidup di dalam air karena lingkungan hidupnya yang tidak cocok. Berikut ini beberapa bakteri yang dapat hidup di air laut yaitu:

1. BAKTERI *ENTEROBACTER SP*

Enterobacter sp. merupakan bakteri gram negatif, bersifat fakultatif anaerobik, berbentuk batang dan bisa bergerak (motil), alat gerak tersebut berupa flagella peritrik yaitu flagella yang secara merata tersebar diseluruh permukaan sel. Apabila bakteri *Enterobacter* sp. dikembangbiakkan pada media buatan maka menampakkan aktivitas mengubah glukosa, selanjutnya membentuk asam dan gas. Bakteri tersebut mereduksi nitrat menjadi nitrit. Bakteri ini dapat membentuk kapsul, sitrat dan asetat yang dapat digunakan sebagai sumber karbon satu-satunya.

Bakteri *Enterobacter* sp. merupakan penghasil enzim protease, amilase dan selulase. Enzim protease memiliki aktivitas proteolitik yang mengkatalisis pemutusan ikatan peptida pada protein menjadi sederhana dan mudah dicerna, enzim amilase dibutuhkan dalam perombakan pati dan enzim selulase merupakan enzim pemecah selulosa yang memiliki rantai panjang glukosa menjadi rantai pendek sehingga mudah dicerna. Bakteri penghasil protease umumnya dapat dimanfaatkan sebagai probiotik yang memberikan keuntungan bagi manusia dan hewan karena dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen. Sebagian besar bakteri *Enterobacter* sp. memiliki faktor-faktor patogenitas antara lain endotoksin dan enterotoksin. Eksotoksin berasal dari bakteri yang hidup dan dapat dinetralisasi oleh antitoksin, contoh eksotoksin adalah enterotoksin. Endotoksin adalah toksin yang berasal dari dinding sel bakteri yang dilepaskan saat bakteri mati (biasanya bakteri dari Gram-negatif. Salah satu informasi mengenai eksotoksin dan endotoksin bakteri *Enterobacter* sp. berdasarkan laporan dari Pagotto *et al.* (2003) dalam Dewi (2008) melisis sel

epitel secara *in vitro* dengan menunjukkan *Cytophatic Effect* (CPE) sel tersebut mengenai kandungan enterotoksin dari *E. sakazakii*. Enterotoksin adalah substansi yang mempunyai efek toksik pada usus halus, menyebabkan pelepasan cairan ke dalam ileum. Enterotoksin merupakan toksin yang dihasilkan oleh bakteri gram negatif seperti halnya *E. sakazakii* dan tergolong sebagai golongan eksotoksin yang dapat menyebabkan diare.

Bakteri yang juga ditemukan pada sampel air laut adalah bakteri *Enterobacter* sebanyak dua jenis. Salah satunya, yaitu *Enterobacter agglomerans*, bakteri ini banyak ditemukan di air, tanah, limbah, sayuran dan bahan makanan (Riga dkk, 2015). *Enterobacter agglomerans* dapat tumbuh pada suhu lingkungan 20°-30°C. Selain itu, bakteri ini merupakan bakteri patogen oportunistik, menyebabkan luka infeksi, bakteremia, dan infeksi saluran kemih. Pembuangan limbah rumah tangga ke laut memungkinkan adanya bakteri ini di air laut, bakteri ini dapat menyebabkan penyakit melalui kulit dan saluran pencernaan manusia.



Gambar 3.1

Bakteri *Enterobacter*

Sumber : Leroy & Biocosmos (2013)

2. BAKTERI *BACILLUS*

Bacillus merupakan bakteri yang berbentuk batang dapat dijumpai di tanah dan air termasuk pada air laut. Beberapa jenis menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis protein dan polisakarida kompleks. *Bacillus sp.* membentuk endospora, merupakan gram positif, bergerak dengan adanya flagel peritrikus, dapat bersifat aerobik atau fakultatif anaerobik serta bersifat katalase positif. *Bacillus* merupakan salah satu dari enam bakteri penghasil endospora. Endospora tersebut berbentuk bulat, oval, elips atau silinder, yang terbentuk di dalam sel vegetatif. Endospora tersebut membedakan *Bacillus* dari tipe-tipe bakteri pembentuk eksospora. Spora *Bacillus* pertama kali dideskripsikan oleh Cohn pada tahun 1872 pada *B. subtilis* yang semula disebut *Vibrio subtilis* oleh Ehrenberg pada 1835.

Jenis *Bacillus sp.* menunjukkan bentuk koloni yang berbeda-beda pada medium agar cawan Nutrien Agar. Warna koloni pada umumnya putih sampai kekuningan atau putih suram, tepi koloni bermacam-macam namun pada umumnya tidak rata, permukaannya kasar dan tidak berlendir, bahkan ada yang cenderung kering berbubuk, koloni besar dan tidak mengkilat. Bentuk ukuran dan koloninya sangat bervariasi tergantung dari jenisnya. Selain itu setiap jenis juga menunjukkan kemampuan dan ketahanan yang berbeda-beda dalam menghadapi kondisi lingkungannya, misalnya ketahanan terhadap panas, asam, kadar garam, dan sebagainya.

Hasil identifikasi bakteri *Bacillus sp* didapatkan dari sampel air laut. Pada tanah bakteri ini dapat ditemukan.

Kebanyakan anggota genus *Bacillus* adalah organisme saprofit yang lazim terdapat dalam tanah, air, udara, dan tumbuh-tumbuhan. Ada beberapa jenis *Bacillus* yang terdapat pada air laut yaitu, *B. badius*, *B. firmus*, *B. marinus*, dan *B. Psychrosaccharolyticus*, namun bakteri *Bacillus badius* juga ditemukan pada feses. Bakteri ini dapat patogen jika masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pencernaan atau pernapasan dan dapat menimbulkan penyakit pada orang dengan fungsi imun terganggu misalnya meningitis, endokarditis endoftalmitis, konjungtivitis atau gastroenteritis. Terdapat juga bakteri *Bacillus* sp. mempunyai banyak potensi sebagai sumber daya hayati laut yang dapat menunjang bioteknologi bakteri laut seperti *B. megaterium*, *b.thuringiensis*, *B. lichenniformis*, *B. cereus*, *B. coagulans*, *B. brevis*, *B. sphaericus*, dan *b. Stearothermophilus* (Hatmanti, 2000).



Gambar 3.2
Bakteri *Bacillus*
Sumber : Todar (2008)

3. BAKTERI COLIFORM

Menurut ketentuan WHO (*World Health Organization*) dan APHA (*American Public Health Association*), kualitas air ditentukan oleh kehadiran dan jumlah bakteri di dalamnya. Golongan bakteri *Coli* merupakan jasad indikator dalam air, bahan makanan, dan sebagainya untuk kehadiran jasad berbahaya, yang mempunyai persamaan sifat gram negatif berbentuk batang, tidak membentuk spora, dan mampu memfermentasikan laktosa pada temperatur 37°C dengan membentuk asam dan gas di dalam waktu 48 jam.

Coliform merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk susu. Dengan adanya pada makanan/minuman bakteri *Coliform* menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan. Bakteri *Coliform* dapat dibedakan menjadi 2 kelompok diantaranya:

a. *Coliform fecal*

Kelompok bakteri *Coliform fecal* ini diantaranya *Escherichia coli*. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan atau manusia. Jadi, adanya *Escherichia coli* pada air menunjukkan bahwa air tersebut pernah terkontaminasi feses manusia. Pada keadaan tertentu dapat mengalahkan mekanisme pertahanan tubuh, sehingga dapat menyebabkan diare, peritonitis, meningitis dan infeksi-infeksi lainnya. Oleh karena itu, standar air minum mensyaratkan bakteri *Escherichia coli* harus nol dalam 100 ml.

b. *Coliform non-fecal*

Pada kelompok *Coliform non-fecal* diantaranya, *Enterobacter aerogenes* dan *Klebsiela* yang biasa disebut golongan perantara. Bakteri ini biasanya ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati.

Ada beberapa alasan mengapa organisme *Coliform* dipilih sebagai indikator terjadinya kontaminasi tinja dibandingkan kuman patogen lain yang terdapat di saluran pencernaan manusia, antara lain:

- 1) Jumlah organisme *Coliform* cukup banyak dalam usus manusia. Sekitar 200 – 400 miliar organisme ini dikeluarkan melalui tinja setiap harinya. Karena jarang sekali ditemukan dalam air, keberadaan kuman ini dalam air memberi bukti kuat adanya kontaminasi tinja manusia.
- 2) Organisme ini lebih mudah dideteksi melalui metode kultur (walau hanya terdapat 1 kuman dalam 100 cc air) dibanding tipe kuman patogen lainnya.
- 3) Organisme ini lebih tahan hidup dibandingkan dengan kuman usus patogen lainnya. Organisme ini lebih resisten terhadap proses purifikasi air secara alamiah. Bila *Coliform* organisme ini ditemukan di dalam sampel air maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa kuman usus patogen yang lain dapat juga ditemukan dalam sampel air tersebut di atas walaupun dalam jumlah yang kecil.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Eva Ari Wahyuni (2015) yang meneliti tentang bakteri indikator pencemaran di Perairan Kabupaten Bangkalan didapatkan bahwa bakteri yang

ditemukan di lokasi penelitian adalah jenis *Coliform*. Bakteri ini ditemukan pada kondisi pasang maupun surut dengan kepadatan yang bervariasi. Bakteri *Coliform* ditemukan pada profil permukaan dasar perairan pada stasiun 2 dan 3. Keberadaan bakteri yang ditemukan pada profil permukaan maupun dasar diduga dipengaruhi oleh kondisi arus.



Gambar 3.3
Bakteri *Coliform*
Sumber : UTAH Water Watch

4. BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* (*E.COLI*)

Escherichia coli merupakan bakteri yang bersumber dari kotoran hewan atau manusia. Jadi, adanya *Escherichia coli* pada air menunjukkan bahwa air tersebut pernah terkontaminasi feces manusia dan mungkin dapat mengandung patogen usus.

Bakteri *E.coli* merupakan jasad indikator dalam air, bahan makanan, dan sebagainya untuk kehadiran jasad berbahaya yang memiliki persamaan sifat gram negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, serta mampu memfermentasikan kaldu laktosa pada temperatur 37°C dengan membentuk asam dan gas dalam

waktu 48 jam. *Escherichia* sebagai salah satu contoh bakteri *E.coli* memiliki beberapa spesies hidup dalam saluran pencernaan makanan manusia dan hewan berdarah panas. Sejak diketahui bahwa jasad tersebut tersebar pada semua individu, analisis bakteriologis terhadap air ditujukan kepada kehadiran jasad tersebut. Walaupun adanya jasad tersebut tidak dapat memastikan adanya jasad patogen secara langsung, dari hasil yang didapatkan memberikan kesimpulan bahwa *E.coli* dalam jumlah tertentu dalam air dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad patogen.

E.coli mempunyai sifat motil tak berspora coccobacili pendek, berbentuk menyerupai tongkat dengan ukuran 0,5 – 1,0 X 4,0 μ , tersusun tunggal atau berpasangan dan rantai, bentuk koloni putih kelabu gelap rata dengan sisi tepi yang teratur, dalam kaldu turbiditasnya sama dan memproduksi sedimen tebal, pada media biasa diameternya beberapa millimeter. Tergolong bakteri aerob dan anaerob pada suhu 40⁰C, mati pada pemanasan 60⁰C selama 30 menit, pada umumnya tidak resisten terhadap desinfektan dan pada keadaan yang kering, ada dalam intestinal atau feses manusia sehat serta vertebrata tinggi dan jumlahnya di colon, tumbuh menempel pada media sintetik yang berisi NaCl dan glukosa ditambah vitamin.

Bakteri *E. coli* terdiri atas 5 (lima) strain yang patogen pada manusia, diantaranya *enteropathogenic E. coli* yang menyebabkan diare pada bayi dan anak di negara berkembang dan mekanisme penyakit belum jelas, *enterotoxigenic E. coli* penyebab sekretori diare seperti pada kolera dan mekanisme diare : perlekatan kuman pada sel mukosa usus (epitel usus) serta kuman yang mengeluarkan bahan toksin yang mengakibatkan penyakit diare, *enteroinvasive*

E. coli yang menyebabkan diare seperti disentri oleh *Shigella* (tinja mengandung darah, mukus) dan mekanisme diare : kuman menginvasi sel mukosa usus mengakibatkan kerusakan sel mukosa, lapisan mukosa terlepas, *enterohemoragik E. coli* dengan mekanisme kolitis hemoragik, toksinnya bersifat sitotoksik terhadap sel vero dan hela, tinja bercampur darah banyak, diare terjadi karena toksin merusak sel endotel pembuluh darah, terjadi pendarahan kemudian darah masuk ke usus, dan *enteroagregative E. coli* yang menyebabkan diare akut dan kronik dalam waktu lebih dari 14 hari terutama di negara sedang berkembang, kuman melekat pada mukosa intestinal menghasilkan enterotoksin dan sitotoksin sehingga mukosa rusak, mukus keluar, dan terjadi diare.

Pada perairan tercemar, kondisi jumlah bakteri *E. coli* dapat diketahui karena bakteri tersebut merupakan indikator pencemaran. Level maksimum *E. coli* yang diperbolehkan berdasarkan Kep-02/ MENKLH/I/1988, baku mutu air laut untuk pariwisata dan rekreasi (mandi, renang dan selam) adalah < 1000 cfu/100 ml. Sedangkan kualitas air secara biologis ditentukan oleh kehadiran bakteri *E. coli* di dalamnya. Kandungan bakteri *E. coli* dalam air berdasarkan ketentuan WHO (1977), air untuk rekreasi jumlah maksimum yang diperkenankan setiap 100 ml adalah 1.00 koloni, air untuk kolam renang 20 koloni, dan untuk air minum 1 koloni. Standar jumlah total bakteri *E. coli* yang sesuai dengan Permenkes No. 416/PERMENKES/PER/IX/1990 yaitu dalam setiap 100 ml air terdapat 10 koloni total bakteri *E. coli*. Penentuan kehadiran bakteri dalam air berdasarkan kebutuhannya, dimaksudkan untuk mengetahui ada tidaknya jenis yang berbahaya sebagai penyebab penyakit, penghasil toksin, dan penyebab pencemaran air.

Penyakit paling umum yang disebabkan oleh *Waterborne disease* adalah diare yang disebabkan oleh adanya pencemaran bakteri jenis *E. Coli*, *Salmonella*, *Coliform* pada air. Perpindahan penyakit dari suatu inang oleh mikroorganisme patogen dapat melalui perut atau gastrointestinal, kulit maupun saluran penapasan.

Hasil penelitian pada sampel air laut ini juga didapatkan bakteri yang biasa menjadi indikator bahwa lingkungan tersebut telah tercemar oleh bakteri yaitu *Escherichia Coli*. Bakteri ini dapat kita temukan didalam saluran pencernaan manusia atau hewan berdarah panas. Bakteri ini merupakan salah satu bakteri patogen terhadap manusia, yang dapat menyebabkan gejala diare, demam, kram perut, dan muntah-muntah (Bambang dkk, 2014).

Keberadaan bakteri ini pada sampel air laut dapat di indikasikan bahwa pada lokasi tersebut sebagai tempat pembuangan limbah atau tinja. Itu dibuktikan pada saat pengambilan sampel ada seorang anak yang sedang membuang air besar di lokasi tersebut.

Hasil tersebut ditunjang dengan penelitian yang dilakukan oleh Masdalina dkk (2017), yang melakukan penelitian di Perairan Sei Ladi Kelurahan Kampung Bugis, Kecamatan Tanjungpinang Kota, Provinsi Kepulauan Riau. Mendapatkan bahwa perairan laut telah tercemar oleh bakteri *Escherichia coli* yang diakibatkan oleh banyaknya aktivitas masyarakat dilakukan di perairan yang dapat

menghasilkan limbah berupa limbah masyarakat maupun limbah industri yang mencemari laut.



Gambar 3.4
Bakteri *Escherichia coli*
Sumber : UTAH Water Watch

5. BAKTERI *SALMONELLA SP.*

Bakteri *Salmonella* pertama kali ditemukan oleh Theobald Smith pada tahun 1885 pada tubuh babi. Namun bakteri ini dinamai oleh rekannya yang bernama Daniel Edward, ahli patologi asal Amerika Serikat yaitu Salmon. *Salmonella sp.* adalah bakteri berbentuk batang lurus, Gram negatif, tidak berspora, bergerak dengan flagel peritrik, berukuran 2-4 μm x 0.5-0,8 μm dan *Salmonella sp.* bersifat aerob dan anaerob fakultatif. Karakteristik koloni pada medium tumbuh berbeda-beda tergantung dari jenis kandungan medianya. Medium *Salmonella shigella* merupakan salah satu medium pertumbuhan *Salmonella* dengan ciri koloni yaitu berbentuk bulat, permukaan agak cembung, kecil dan kadang membentuk titik kecil di bagian tengah karena mengandung endapan *hydrogen sulfide* (H_2S). Selain itu warna koloninya terlihat transparan kekuningan atau bening dan tidak berlendir serta

berbau menyengat. *Salmonella* juga bisa tumbuh pada medium selektif Bismuth Sulfit Agar (BSA). Ciri *Salmonella* pada medium ini biasanya dikelilingi oleh warna coklat dan cenderung memperlihatkan kilau metalik.

Koloni *Salmonella* berwarna hitam kecoklatan pada medium ini karena adanya reaksi metabolisme bakteri dengan melepaskan *hydrogen sulfide* (H_2S). Selain itu *Salmonella* juga bisa tumbuh pada medium Xylose Lysine Deoxycholate (XLD). Pada medium ini, *Salmonella* akan cenderung berwarna merah semi transparan seperti warna medium, dan juga terdapat warna hitam kecil pada inti koloni. Reaksi *Salmonella* terhadap uji biokimia yaitu tidak memfermentasi laktosa dan sukrosa, membentuk asam dan kadang gas dari glukosa dan manosa kecuali *Salmonella thyphi* yang tidak menghasilkan gas, biasanya memproduksi *hydrogen sulfida* (H_2S). *Salmonella* juga memfermentasi, manitol, dan maltose, katalase positif, oksidase negatif. Kemudian pada indol negatif artinya tidak mampu memecah asam amino triptofan sebagai sumber karbon. Uji ureasi negatif artinya *Salmonella* tidak mampu menghidrolisis urea menjadi amonia. MR positif, dan sitrat kemungkinan positif serta tidak menghidrolisiskan Urea. Sedangkan Uji Voges Proskauer negatif artinya hasil akhir fermentasi bakteri ini bukan asetil metil karbino atau asetolin.

Salmonella merupakan bakteri pathogen pada manusia. *Salmonella paratyphi* merupakan bakteri penyebab penyakit diare hingga demam tifoid pada manusia. Selain itu *S. enterica* juga merupakan bakteri penyebab demam enterik. *Salmonella* tidak hanya pathogen pada manusia, namun juga pada hewan. *S.*

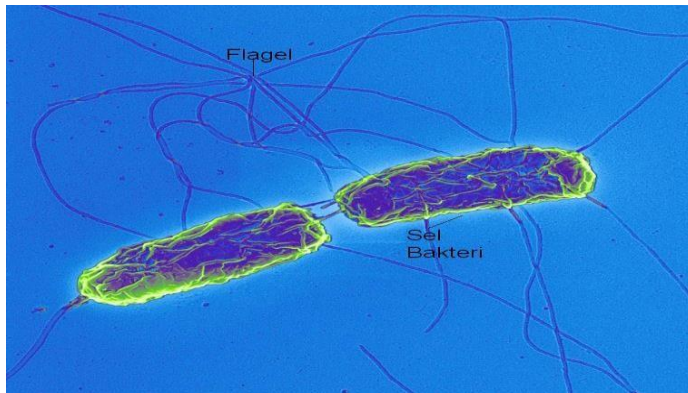
abortusovis adalah bakteri patogen pada hewan yakni dapat menyebabkan keguguran pada domba serta hemmoragis usus dan pembengkakan kelenjar limfa. Selain itu *S. gallinarum* dapat menyebabkan kurangnya nafsu makan pada unggas atau burung muda sehingga burung bisa mati tanpa tanda klinis. Menurut Bhunia (2008), *Salmonella* juga terdapat pada usus dan ovarium ayam sebelum pembentukan cangkang telur dalam oviduk. *S. cholerasuis* juga dapat menyebabkan demam dan diare serta penyakit abdominal pada babi. Selain itu *S. abortus-equi* juga dapat menyebabkan keguguran pada kuda tua dan penyakit.

Salmonella merupakan pemicu penyakit pencernaan pada hewan dan manusia. *Salmonella* dapat hidup pada saluran pencernaan (usus halus) hewan dan manusia. Suhu pertumbuhan *Salmonella* ialah 37° C (Suhu tubuh manusia) dan pada pH 6-8. *Salmonella typhi*, *S. paratyphi* dan *S. enterica* adalah penyebab infeksi utama pada manusia. Bakteri ini masuk dalam tubuh melalui oral bersama dengan makanan dan minuman yang terkontaminasi. Bagi manusia atau hewan *Salmonella* dapat bertahan pada feses dan urin dalam waktu yang lama serta menghasilkan racun. Racun-racun yang dihasilkan oleh bakteri dapat merusak dan membunuh sel-sel yang melapisi usus-usus, yang berakibat pada kehilangan cairan usus (diare). Pada sistem imun, beberapa *Salmonella* dapat selamat dan dapat mencapai aliran darah, menyebabkan infeksi darah. Efek-efek dari serangan bakteri Salmonellosis ini juga sangat berbahaya jika tidak diobati atau dirawat karena bisa menghancurkan sistem imun dengan fatal dan dapat tertular dengan cepat melalui makanan dan air baik air tawar maupun perairan laut. *Salmonella* masuk ke perairan laut melalui buangan hajat manusia dan hewan di daerah pesisir.

Masuknya *Salmonella* ke perairan laut dapat merusak ekosistem pesisir karena *Salmonella* akan menjadikan organisme atau biota laut menjadi inangnya. Jika *Salmonella* berada di air laut, kemungkinan besar akan masuk pada saluran pencernaan organisme baik nekton maupun bentik. Keberadaan *Salmonella* pada tubuh ikan akan berdampak pada kesehatan manusia karena manusia memakan ikan dari air laut yang dimasak tidak terlalu matang. Selain itu keberadaan *Salmonella* pada sedimen juga akan membawa *Salmonella* ke hewan bentik seperti kerang-kerangan yang pada akhirnya juga dikonsumsi manusia sehingga dapat memicu timbulnya penyakit. Keberadaan *Salmonella* di perairan laut menjadi perhatian penting ketika bakteri ini menyebar ke beberapa ekosistem penting seperti padang lamun dan terumbu karang. *Salmonella* pada terumbu karang dapat menyebabkan kemungkinan penyakit pada karang serta berujung pula pada manusia ketika aktifitas masyarakat pesisir seperti mandi dan menyelam di sekitar lamun dan terumbu karang yang memiliki suhu dan beberapa parameter lingkungan yang sesuai untuk *Salmonella*.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sufardin (2016) yang meneliti tentang jumlah bakteri *Salmonella sp.* pada kolom air dan sedimen di bagian barat pulau Baranglompo, yaitu jumlah rata-rata *Salmonella* pada air sampel daerah lamun dan daerah tanpa lamun masing-masing pada bagian tepi, yaitu 15 Cfu/mL, dan masing-masing 10 Cfu/mL pada bagian tengah dan luar. Namun hasil uji statistic dengan menggunakan *Two Way ANOVA* (selang kepercayaan 95%) menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara jumlah bakteri pada sampel air di bagian tepi,

tengah dan luar baik pada daerah lamun maupun daerah tanpa lamun ($P>0.05$).



Gambar 3.5
Bakteri *Salmonella*
Sumber : Sufardin (2016)

6. BAKTERI *SHIGELLA*

Shigella sp. merupakan anggota dari keluarga Enterobacteriaceae. *Shigella sp.* merupakan bakteri memiliki kekhasan yaitu berbentuk batang pendek tipis, Gram negatif, tidak motil, tidak berflagel, tidak berkapsul, tidak membentuk spora, berbentuk coccobacil terjadi pada pembedahan muda. Koloni berbentuk konveks, bulat, transparan dengan tepi yang utuh dan mencapai diameter sekitar 2 mm dalam 24 jam. Ukuran *Shigella sp.* sekitar $2-3 \mu\text{m} \times 0,5-0,7 \mu\text{m}$ dan susunannya tidak teratur. *Shigella sp.* dapat tumbuh subur pada suhu optimum 37°C , hidup secara aerobik (tumbuh paling baik) maupun anaerobik fakultatif. Bakteri *Shigella sp.* meragi glukosa kecuali spesies *Shigella sonnei*, yang tidak memfermentasikan laktosa. Ketidakmampuan untuk memfermentasikan laktosa diperlihatkan *Shigella sp.* dalam media diferensial. *Shigella sp.* membentuk asam dari karbohidrat tetapi jarang memproduksi gas. *Shigella sp.* juga dapat dibedakan

ke dalam bagian yang dapat memfermentasikan manitol dan yang tidak dapat memfermentasikan manitol.



Gambar 3.6
Bakteri *Shigella*
Sumber : Medkes (2015)

7. BAKTERI *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Staphylococcus Aureus merupakan bakteri fakultatif anaerob. Pada suhu optimum 37°C bakteri ini tumbuh, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25°C). Koloni pada pembedihan padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bundar, halus, menonjol, dan berkilau. Pada biakan cair ditemukan dalam bentuk berpasangan, rantai pendek dan kokus yang tunggal. Kokus muda bersifat gram positif. Bakteri *Staphylococcus aureus* tidak bergerak dan tidak membentuk spora. Bakteri ini tumbuh baik pada suhu 37°C. Pertumbuhan terbaik dan khas adalah pada suasana aerob, bersifat anaerob fakultatif dan pH optimum untuk pertumbuhan adalah 7,4. Bakteri ini berbentuk

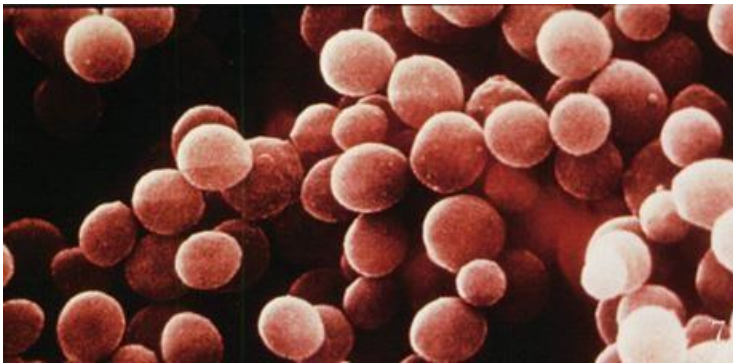
bulat, cembung, dan mengkilap. Warna khas adalah kuning keemasan.

Berdasarkan bakteri yang tidak membentuk spora, maka *Staphylococcus Aureus* termasuk jenis bakteri yang paling kuat daya tahannya. *Staphylococcus Aureus* menyebabkan sindrom infeksi yang luas. Infeksi kulit dapat terjadi pada kondisi hangat yang lembab atau saat kulit terbuka akibat penyakit seperti eksim, luka pembedahan, atau akibat alat intravena.

Infeksi *Staphylococcus Aureus* dapat juga berasal dari kontaminasi langsung dari luka, misalnya infeksi pasca operasi atau infeksi yang menyertai trauma. Jika *Staphylococcus Aureus* menyebar dan terjadi bakterimia, maka dapat terjadi endokarditis, osteomielitis *hematogenous* akut, meningitis, atau infeksi paru-paru. Infeksi bakteri ini dapat menimbulkan penyakit dengan tanda-tanda yang khas, yaitu peradangan, nekrosis, tampak sebagai jerawat, infeksi folikel rambut, dan pembentukan abses. Diantara organ yang sering diserang oleh bakteri *Staphylococcus aureus* adalah kulit yang mengalami luka dan dapat menyebar ke orang lain.

Bakteri yang patogen terhadap manusia yang selanjutnya adalah *Staphylococcus aureus*. Bakteri ini merupakan salah satu spesies bakteri dari tiga spesies *staphylococcus* yang ditemukan pada sampel air laut. *Staphylococcus aureus* adalah bakteri yang menyebabkan infeksi pada kulit manusia, kontaminasi makanan dan *limited outbreak* di rumah sakit. Bakteri ini juga dapat menyebabkan mual, muntah dan diare jika masuk ke dalam tubuh. Bakteri ini merupakan bakteri yang selalu ada di mana-mana, seperti udara, debu, limbah, air, makanan, peralatan makan, tubuh

manusia dan hewan seperti kulit, rambut/bulu dan saluran pernafasan. Manusia dan hewan merupakan sumber utama infeksi dari bakteri ini. Bakteri *Staphylococcus* jenis lain yang ditemukan pada sampel air laut dalam penelitian ini yaitu *Staphylococcus saprophyticus*. Infeksi oportunistik (menyerang individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah) disebabkan oleh *S. epidermidis*. Bakteri ini secara alami hidup pada kulit dan membran mukosa manusia dapat mengakibatkan infeksi pada luka maupun pada saluran kemih. Keberadaan bakteri ini pada sampel air laut dimungkinkan karena terjadinya kontak antara peneliti dan sampel.

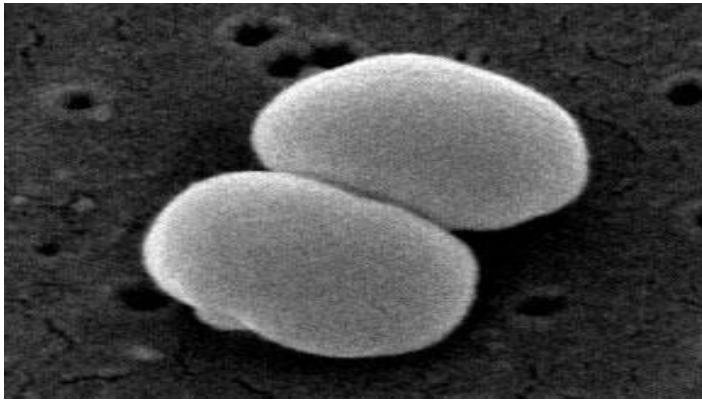


Gambar 3.7
Bakteri *Staphylococcus aureus*
Sumber : *Todar (2008)*

8. BAKTERI *STAPHYLOCOCCUS EPIDERMIDIS*

Berdasarkan hasil pengamatan di bawah mikroskop, bakteri *Staphylococcus epidermidis* berbentuk bulat atau kokus tunggal berwarna ungu, dan merupakan bakteri Gram positif, koloni berwarna putih atau kuning, dan bersifat anaerob fakultatif. *Staphylococcus epidermidis* dapat menyebabkan infeksi kulit ringan yang disertai dengan pembentukan abses. *Staphylococcus*

epidermidis biotipe-1 dapat menyebabkan infeksi kronis pada manusia.



Gambar 3.8
Bakteri *Staphylococcus epidermidis*
Sumber : CDC (2016)

9. BAKTERI *PROTEUS MIRABILIS*

Proteus mirabilis bersifat gram negatif, berbentuk batang pendek, tidak berspora. *Proteus Mirabilis* mempunyai sel seperti tongkat, panjang 1-3 μm dan lebar 0,4-0,6 μm , walaupun pendek dan gemuk bentuknya kokus biasa. Dalam kultur muda yang mengerumun di media padat, kebanyakan sel panjang, bengkok, dan seperti filamen, mencapai 10, 20, bahkan sampai panjang 80 μm . Dalam kultur dewasa, organisme ini tidak memiliki pengaturan karakteristik mereka mungkin terdistribusi tunggal, berpasangan atau rantai pendek. Akan tetapi, dalam kultur muda yang mengerumun, sel-sel filamen membentang dan diatur konsentris seperti isobar dalam diagram angin puyuh.

Proteus mirabilis merupakan bakteri normal dari saluran cerna manusia. Pada air atau tanah, bakteri ini dapat juga ditemukan. Jika bakteri ini memasuki saluran kencing, luka

terbuka, atau paru-paru akan menjadi bersifat patogen. Perempuan muda lebih berisiko terkena daripada laki-laki muda, akan tetapi pria dewasa lebih berisiko terkena daripada wanita dewasa karena berhubungan pula dengan penyakit prostat. Dalam daging busuk dan sampah serta feses manusia dan hewan, *Proteus* sering juga ditemukan. Juga bisa ditemukan di tanah kebun atau pada tanaman.

Keberadaan bakteri lainnya pada sampel air laut Pulau Barrang Lompo yaitu bakteri *Proteus mirabilis*. Sebenarnya *Proteus mirabilis* merupakan flora normal dari saluran cerna manusia. *Proteus* sering juga terdapat dalam daging busuk dan sampah serta feses manusia dan hewan. Bakteri ini dapat juga ditemukan bebas di air atau tanah. Jika bakteri ini memasuki saluran kencing, luka terbuka, atau paru-paru akan menjadi bersifat patogen. Bakteri ini memungkinkan ada di sampel air laut dikarenakan kondisi sanitasi dan higiene lingkungan yang buruk.

BAB IV

HAZARD FISIK DI LAUTAN

A. SUHU

Suhu adalah ukuran kuantitatif terhadap temperatur, panas dan dingin, sesuatu yang diukur termometer. Suhu air laut sering juga disebut dengan SST (*Sea Surface Temperature*) atau SPL (Suhu Permukaan Laut) dengan satuan SI yaitu Celcius ($^{\circ}\text{C}$).

Suhu merupakan faktor yang penting dalam proses kehidupan dan penyebaran organisme dilaut. Selain itu, suhu merupakan faktor yang mendukung adanya polutan yang masuk ke lingkungan laut. Suhu air laut berkisar -2 hingga 40°C mulai dari suhu air laut di daerah kutub sampai air laut di daerah tropis.

$0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$ merupakan kisaran suhu yang sesuai dengan kehidupan manusia. Dengan kisaran tersebut, air yang terdapat dalam jaringan tubuh manusia maupun air yang terdapat di laut, sungai, danau, dan badan air akan terjaga kestabilannya.

Dalam kegiatan industri seringkali suatu proses di sertai dengan timbulnya panas reaksi atau panas dari suatu gerakan mesin. Agar proses industri dan mesin-mesin yang menunjang kegiatan industri dapat berjalan dengan baik maka panas yang terjadi harus dihilangkan biasanya melalui proses pendinginan. Akibatnya air yang dingin akan mengambil panas sehingga air yang panas jika dibuang ke badan perairan mengakibatkan air menjadi panas.

Perairan yang suhunya meningkat akan mengganggu kehidupan makhluk air, karena kadar oksigen yang terlarut dalam air akan turun bersamaan dengan kenaikan suhu melalui proses difusi. Makin tinggi suhu air makin sedikit oksigen yang terlarut didalamnya sehingga mengganggu biota air.

Suhu secara langsung dan tidak langsung mempunyai pengaruh terhadap kehidupan di laut. Pengaruh suhu secara langsung adalah dalam hal proses fotosintesis tumbuh-tumbuhan dan proses fisiologi hewan, khususnya metabolisme dan siklus reproduksi. Untuk pengaruh secara tidak langsung, hal tersebut terlihat dari keberadaan unsur hara di laut. Hal tersebut dikaitkan dengan proses laju metabolisme organisme air, yakni laju metabolisme akan meningkat pada saat suhu perairan sedang tinggi (Abdurochman, 2005).

Selain itu, suhu merupakan fungsi dari kelarutan gas-gas yang terdapat di dalam air laut. Peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas O_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 . Peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar $10^\circ C$ menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2 -3 kali.

Sebaran suhu air laut disuatu perairan dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain radiasi sinar matahari, letak geografis perairan, sirkulasi arus, kedalaman laut, angin dan musim. Suhu merupakan faktor fisika yang sangat penting bagi suatu habitat. Kenaikan suhu akan mempercepat reaksi-reaksi kimiawi. Perubahan suhu pada

daerah tropis relatif stabil karena cahaya matahari lebih banyak mengenai daerah ekuator dibanding daerah kutub. Hal ini dikarenakan cahaya matahari yang merambat melalui atmosfer banyak kehilangan panas sebelum cahaya tersebut mencapai kutub. Suhu di lautan kemungkinan berkisar antara -1.87°C (titik beku air laut) di daerah kutub sampai maksimum sekitar 42°C di daerah perairan dangkal.

Suhu air permukaan diperairan Indonesia umumnya berkisar antara $28-31^{\circ}\text{C}$. Dilokasi dimana penaikan air (upwelling) terjadi, misalnya di Laut Banda, suhu air permukaan dapat turun sampai sekitar 25°C ini disebabkan karena air yang dingin pada lapisan bawah terangkat ke atas.

Suhu air didekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi dari pada yang di lepas pantai. Pantai laguna yang dangkal atau cekungan air yang tertangkap ketika air surut, suhu air mencapai lebih dari 35°C . Air dengan densitas yang rendah akan berada dilapisan atas dan air dengan densitas tinggi akan berada pada lapisan bawah.

Penelitian yang dilakukan terhadap hubungan faktor lingkungan fisik-kimia (suhu, salinitas, dan Ph) memiliki hubungan yang cukup tinggi terhadap keberadaan jenis Echinodermata. Nilai-nilai tersebut masih berada pada nilai yang wajar untuk kehidupan biota laut di daerah pantai Kairatu (Rumahlatu dkk, 2008).

Keberlangsungan hidup *Coliform* dalam air dipengaruhi oleh suhu, kekeruhan air, dan kedalaman yang masih ditembus sinar matahari. Adapun apabila organisme patogen tersebut setelah berada

di permukaan air, maka kelangsungan hidupnya tergantung pada sejumlah faktor seperti: sinar matahari, suhu, salinitas, predasi, dan kondisi nutrisi. Karena bakteri *Coliform* biasanya tinggal di dekat permukaan bumi dan lebih memilih suhu hangat. Bahkan jumlah tertinggi bakteri *Coliform* ditemukan pada musim hujan sedangkan jumlah paling sedikit ditemukan pada musim dingin dan kering.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suhu, pH, dan salinitas memiliki korelasi terkait perkembangbiakan bakteri Colifom di perairan atau sumber air bersih. Meskipun tetap ada faktor lingkungan lainnya yang juga memberikan pengaruh. Sebuah penelitian terkait pengaruh suhu terhadap peningkatan konsentrasi bakteri *Coliform* telah dilakukan pada perairan pesisir Kota Surabaya menunjukkan bahwa dua sampel air memiliki suhu yang mendekati optimum untuk pertumbuhan *Coliform* yaitu 29,5°C dari suhu rentang optimum 30°C – 45°C.

Hal ini sesuai dengan Total *Coliform* yang ditemukan di perairan tersebut yaitu sebanyak 1300 MPN/100 ml dan koliform tinja 400 MPN/100 ml pada sampel 1; Total *Coliform* sebanyak 2300 MPN/100ml dan *Coliform* tinja 930 MPN/100 ml pada sampel 2. Namun pada sampel air lainnya yang juga memiliki suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri koliform. Namun total koliform yang ditemukan di bawah batas maksimum. Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi suhu di perairan tersebut kurang mendukung untuk pertumbuhan Total *Coliform*. Dimungkinkan terdapat faktor lain

seperti kadar limbah, maupun hal-hal lain yang menyebabkan koliform tidak bisa tumbuh secara maksimum pada perairan tersebut

B. KECERAHAN

Kecerahan merupakan indikator kejernihan dari suatu badan perairan yang menggambarkan sifat optik perairan terhadap transmisi cahaya. Kecerahan ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Nilai kecerahan dalam badan perairan sangat ditentukan oleh intensitas sinar matahari yang masuk ke dalam perairan, keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, menetapkan bahwa baku mutu nilai kecerahan bagi biota laut adalah > 5 meter pada daerah terumbu karang dan > 3 meter untuk daerah padang lamun.

C. KEKERUHAN

Kekeruhan memperlihatkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyak tidaknya cahaya yang dapat diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Kekeruhan diakibatkan oleh adanya endapan dan larutan dari bahan organik dan anorganik, maupun dari bahan organik dan anorganik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain.

Hal lain yang dapat menyebabkan kekeruhan adalah adanya partikel koloid dan suspensi dari suatu pencemar, antara lain berupa

bahan organik dan anorganik hasil buangan sektor industri, rumah tangga, dan budidaya perikanan. Tingkat kekeruhan suatu badan perairan berbanding terbalik dengan tingkat kecerahannya. Untuk kehidupan organisme laut, sebaiknya nilai kekeruhan < 5 NTU (KepMen Lingkungan Hidup, 2004).

Hal lain yang dapat menyebabkan kekeruhan pada badan perairan adalah adanya senyawa anorganik dan zat organik serta sel-sel mikroba. Hal ini dapat mengganggu pengamatan *Coliform* dalam air, dan dapat menurunkan tingkat efektivitas khlor sebagai senyawa disinfektan. Oleh karena itu, kekeruhan dalam air harus dihilangkan karena akan membuat bakteri di air menjadi resisten. Sehingga, jika dikonsumsi oleh manusia akan menyebabkan masalah pada kesehatan. Air yang keruh sulit didisinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut, sehingga berdampak terhadap kesehatan, bila mikroba terlindung menjadi patogen.

D. SALINITAS

Air laut sangat erat kaitannya dengan proses evaporasi disebabkan karena garam akan terkonsentrasi. Oleh karena itu, jika disuatu tempat terjadi proses evaporasi yang tinggi maka akan air tersebut akan mengandung salinitas yang tinggi pula. Salinitas juga memengaruhi keberadaan nitrat dan ortofosfat.

Salinitas di daerah pesisir bersifat dinamis bergantung pengaruh masukan air tawar dari aliran air sungai. Banyaknya aktivitas manusia pun dapat memengaruhi salinitas perairan di laut di daerah

pesisir dekat muara sungai, contohnya adanya pembendungan sungai atau kanal.

Perubahan salinitas akan menimbulkan kerusakan yang serupa dengan peningkatan suhu perairan, yaitu kerusakan genetik, perubahan rata-rata pertumbuhan, perubahan pola pemijahan, dan perubahan komposisi spesies. Salinitas di badan air laut pada umumnya berkisar antara 30 – 40 psu (*practical salinity unit*).

Nilai perbedaan salinitas air laut dapat disebabkan terjadinya pengacauan (*mixing*) akibat gelombang laut ataupun gerakan massa air yang ditimbulkan oleh tiupan angin. Pada umumnya nilai salinitas wilayah laut Indonesia berkisar antara 28-33‰. Keberadaan nilai salinitas dalam distribusinya di perairan laut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adanya interaksi masuknya air tawar ke dalam perairan laut melalui sungai, juga dipengaruhi penguapan dan curah hujan. Sebaran salinitas memiliki sifat yang berbanding terbalik dengan suhu, karena salinitas merupakan salah satu parameter oseanografi yang relatif konstan nilainya.

Rasa asin dari air laut merupakan ciri yang paling khas pada air laut yang diketahui oleh semua orang. Hal ini disebabkan karena didalamnya terlarut garam-garam yang paling utama adalah natrium klorida (NaCl) yang sering disebut garam dapur. Selain senyawa NaCl , air laut juga mengandung MgCl_2 , kalium, dan kalsium. Menurut teori, zat-zat garam berasal dari proses *outgassing*, yaitu rembesan kulit bumi didasar laut berbentuk gas kepermukaan dasar

laut. Hasil kikisan kerak bumi terlarut dengan gas dari kulit bumi dasar laut dan air sehingga menghasilkan garam di laut. Zat kimia terlarut yang membentuk garam yang diukur sebagai salinitas adalah Cl, Na, SO₄, dan Mg yang merupakan komponen utama sebesar 99,7% dari jumlah zat terlarut dalam air laut, sisanya 0,3% yang walaupun jumlahnya sedikit dapat mempengaruhi kehidupan di laut dan sebaliknya kepekatan zat ini ditentukan oleh aktifitas kehidupan laut.

Salinitas pada perairan pantai bisa menurun secara rendah karena terjadi pengenceran misalnya karena pengaruh aliran sungai. Sebaliknya di daerah dengan penguapan yang sangat kuat, salinitas bisa meningkat tinggi. Air payau adalah istilah umum yang digunakan untuk menyatakan air yang salinitasnya antara air tawar dan air laut. Perairan estuari atau daerah sekitar kuala dapat memengaruhi struktur salinitas yang kompleks.

BAB V

HAZARD KIMIA DI LAUTAN

Laut Indonesia mempunyai luas sekitar 5,6 juta km² dengan garis pantai membentang sepanjang 81.000 km, dengan potensi sumberdaya yang sangat banyak, terutama perikanan laut yang cukup besar. Namun, kepentingan pembangunan ekonomi di Indonesia lebih mengarah pada pemanfaatan potensi sumberdaya daratan daripada potensi sumberdaya di perairan laut.

Laut adalah sumber daya alam yang sering kali terpapar oleh sumber-sumber polutan, yang terdiri dari polutan fisik, biologi dan kimia. Sehingga komposisi air laut tidak lagi sesuai untuk peruntukkannya dan dapat mengakibatkan gangguan kesehatan bagi masyarakat yang melakukan dan tinggal di daerah pantai dan pesisir.

Hampir 70,8% komposisi di bumi merupakan perairan laut. Sehingga, perairan laut menjadi salah satu perhatian di dunia internasional. Bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam kandungan air laut merupakan komposisi kimia yang sangat kompleks. Sebagian senyawa kimia yang terdapat di air laut dapat memberikan dampak negatif terhadap ekosistem wilayah perairan laut, seperti polutan minyak bumi, polutan logam berat, polutan deterjen, polutan pestisida, dan polutan radioaktif.

A. POLUTAN MINYAK BUMI

Minyak bumi merupakan hasil pelapukan fosil tumbuhan dan hewan di zaman purba yang tertimbun selama bertahun-tahun dalam lapisan kulit bumi. Limbah minyak bumi yang berasal dari pembersihan dan pencucian kapal-kapal di laut, buangan air balans, pengeboran minyak lepas pantai, serta kebocoran kapal tanker pengangkut minyak dan gas bumi yang dibuang ke lingkungan laut akan mengapung menutupi permukaan air laut.

Lapisan minyak tersebut akan mengganggu proses fotosintesis yang terjadi di ekosistem laut. Hal tersebut disebabkan karena lapisan yang berada dipermukaan air laut akan menghalangi masuknya sinar matahari ke air laut dan menghalangi difusi oksigen dari udara ke dalam air. Selain itu, makhluk hidup yang lain pun akan ikut terganggu, seperti burung. Sayap burung akan menjadi lengket dikarenakan lapisan minyak yang terdapat dipermukaan laut.

Setiap tahun terjadi pencemaran minyak bumi pada badan air laut dengan total 6 juta ton minyak bumi setiap tahunnya. Banyak kegiatan pengeboran minyak di laut yang mendapat kendala. Sehingga, semburan minyak dan lumpur dari hasil pengeboran mencemari badan laut.

KOMPONEN MINYAK BUMI

Minyak bumi mengandung senyawa hidrokarbon dan senyawa non hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa polialifatik hidrokarbon seperti alkana (n-normal, iso dan siklo) dan poliaromatik hidrokarbon (PAH) seperti naftaeno, benzena, naftalena, benzo(a)pirena, air, unsur logam (As, Cd, Cr,

Hg, Pb, Zn, Ni, Cu) serta non hidrokarbon seperti senyawa nitrogen, sulfur, oksigen dan aspal.

Senyawa hidrokarbon diklasifikasikan atas hidrokarbon parain, olefin, naften dan aromatik. Sedangkan senyawaan campuran antara unsur karbon, hidrogen dan salah satu unsur atau lebih dari sulfur, oksigen, nitrogen dan logam dikelompokkan sebagai senyawaan non hidrokarbon. Kandungan senyawa hidrokarbon dalam minyak bumi lebih dari 90% dan sisanya merupakan senyawa nonhidrokarbon.

Senyawa-senyawa tersebut menjadikan limbah lumpur termasuk dalam kategori limbah B3, yaitu Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun karena sifat dan konsentrasinya yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Salah satu penyakit yang bisa disebabkan oleh Limbah B3 adalah Kanker.

KARAKTERISTIK MINYAK BUMI

Minyak bumi merupakan bahan tambang yang terdapat di dalam perut bumi, yang berwarna coklat kehitam-hitaman sampai hitam pekat yang berbentuk cair dan mengandung gas yang terlarut didalamnya. Minyak bumi terdiri dari senyawaan kimia hidrokarbon dan non hidrokarbon.

Pada berbagai industri kimia, kilang minyak bumi telah diidentifikasi sebagai *emitter* besar dari berbagai polutan. Benzene, toluene, ethylbenzene, dan xylene (BTEX) membentuk sebuah kelompok senyawa aromatik penting dari senyawa organik volatil (*volatile organic compounds*) karena perannya dalam kimia troposfer dan resiko yang ditimbulkan bagi kesehatan manusia.

Besar jumlah kandungan masing-masing senyawa tersebut akan memengaruhi sifat-sifat produk yang dihasilkan oleh minyak bumi. Dan akan berpengaruh terhadap sifat fisika dan kimia minyak bumi dan akan dinyatakan sebagai karakteristik minyak bumi.

TUMPAHAN MINYAK BUMI

Pencemaran minyak bumi meskipun dengan konsentrasi hidrokarbon yang sangat rendah sangat memengaruhi lingkungan sekitar terjadinya pencemaran. Pencemaran minyak bumi dapat berlangsung selama puluhan hingga ratusan tahun dalam sedimen pantai yang dapat memengaruhi flora dan fauna lokal, selain itu beberapa studi telah meneliti dampak jangka panjang dari sisa tumpahan minyak juga memengaruhi ekosistem pesisir.

Tumpahan minyak pada permukaan tanah berisiko mencemari tanah dan badan air. Tumpahan minyak yang telah mencemari permukaan tanah, dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian mengendap sebagai zat kimia yang beracun, yang dapat memberikan dampak langsung maupun tidak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air permukaan maupun air tanah.

Menghirup uap atau menelan makanan atau cairan yang terkontaminasi minyak dan gas dapat menyebabkan munculnya problem kesehatan reproduksi seperti siklus haid yang tidak teratur, keguguran, meninggal dalam kandungan, dan cacat lahir. Masalah-masalah ini mungkin punya tanda-tanda peringatan dini seperti nyeri lambung atau haid yang tidak teratur.

Pemaparan secara periodik dengan gas dan minyak menyebabkan kanker. Anak-anak yang tinggal di sekitar kilang lebih mungkin mendapatkan kanker darah (leukemia) dari pada mereka yang tinggal jauh dari fasilitas tersebut. Orang-orang yang tinggal di kawasan pengeboran minyak lebih mungkin mendapatkan kanker usus, kantong kemih, paru-paru daripada mereka yang tinggal jauh dari lokasi pengeboran. Para pekerja di kilang-kilang minyak punya risiko tinggi mengidap kanker mulut, usus, ulu hati, pankreas, jaringan sel, prostat, mata, otak, dan darah.

B. POLUTAN LOGAM BERAT

Pembangunan dan perkembangan ekonomi di Indonesia memfokuskan pada sektor industri yang berakibat pada penurunan kesehatan masyarakat dikarenakan pencemaran yang berasal dari kegiatan Industri. Penggunaan logam sebagai bahan utama dari berbagai jenis industri untuk memenuhi kebutuhan manusia akan memengaruhi kesehatan manusia melalui dua jalur, yaitu perubahan biokimia logam sebagai bahan utama segala jenis kegiatan industri dan kegiatan industri yang akan menambah jumlah polutan logam dalam lingkungan udara, tanah, dan khususnya perairan.

Air sungai Cisadane merupakan sumber air baku bagi Perusahaan Air minum Pemerintah Kabupaten Tangerang. Berdasarkan uji laboratorium, diketahui bahwa kandungan zat padat tersuspensi sebesar 900 mg/L, kandungan Cu sebesar 28,38 mg/L, kandungan Zn sebesar 13,67 mg/L, serta Cd sebesar 0,88 mg/L (Prabowo, 2004).

Penelitian yang dilakukan oleh Kamal dkk (2003), tentang kadar Se, Cr, Fe dalam air laut terhadap alga dan ikan yang berasal

dari perairan Jepara dan Perairan Krakal, Jawa Tengah menunjukkan kadar Cr dan Fe yang lebih besar dari algae dan air laut yang berasal dari pantai Jepara dibandingkan dari pantai Krakal.

Pencemaran logam yang berasal industri akan berakhir di sungai/laut dan selanjutnya menkontaminasi manusia, melalui ikan, air minum, atau irigasi lahan pertanian sehingga tanaman sebagai salah satu sumber pangan manusia akan tercemar oleh logam. Beberapa jenis logam berat yang biasanya mencemari badan air, yaitu Pb (Timbal), Cu (Tembaga), Cd (Kadmium), Zn (Seng), Hg (Merkuri), Cr (Kromium), dan Ni (Nikel).

MERKURI (Hg)

Merkuri (Hg) adalah logam berat yang memiliki karakteristik berbentuk cair, berwarna putih perak, serta mudah menguap pada suhu ruangan. Senyawa ini banyak digunakan dalam termometer karena koefisien yang dimiliki cenderung konstan, artinya tidak terjadi perubahan volume pada suhu tinggi maupun rendah. Merkuri sangat mudah membentuk alloy amalgama bersama dengan logam lainnya, seperti Emas (Au), Perak (Ag), Platinum (Pt), dan tin (Sn). Sehingga merkuri bersifat sangat toksik, dan sangat berbahaya apabila mencemari badan air dan lingkungan sekitarnya.

Efek samping dari merkuri pertama kali diketahui pada saat munculnya kasus keracunan massal di Jepang di tahun 1953. Kejadian tersebut terjadi di kota Minamata, bagian selatan Jepang yang mengakibatkan masyarakat menderita penyakit saraf setelah memakan ikan di perairan tersebut. Kejadian ini dikenal dengan *Minamata Disease*. Kajian dilakukan dengan mengisolasi ikan dan

kerang-kerangan dari teluk Minamata sebagai penyebab kematian korban yang ternyata mengalami keracunan akibat senyawa methylmerkuri.

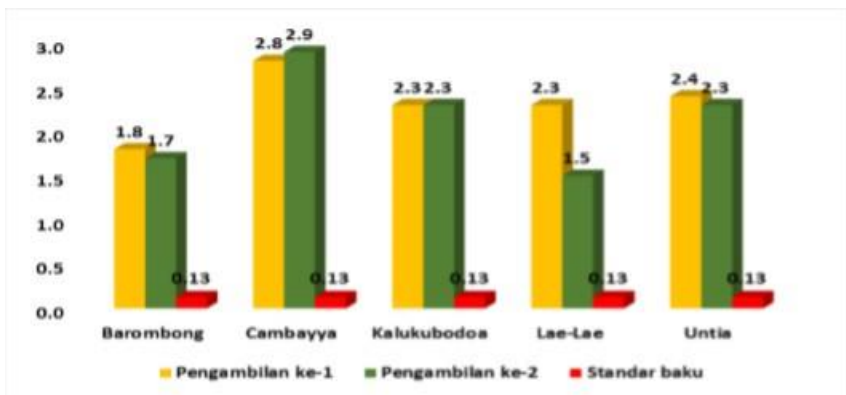
Secara alamiah, Pencemaran merkuri berasal dari kegiatan gunung api atau rembesan air tanah yang melewati deposit merkuri. Polutan merkuri masuk ke dalam lingkungan/ badan perairan dapat bersumber dari udara maupun kegiatan antropogenik yang berasal dari daratan. Logam berat merkuri yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dan dispersi. Kemudian, akan diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Senyawa tersebut diketahui dapat bertahan di dalam tubuh suatu organisme, dan akan tetap tinggal dalam bentuk ikatan methylmerkuri, sehingga dalam jangka waktu lama akan terakumulasi sebagai bentuk racun.

Merkuri memiliki sifat sebagai racun karena sifatnya yang tidak bisa dihancurkan (*non-degradable*) oleh organisme hidup yang berada di lingkungan sehingga logam berat seperti merkuri akan terakumulasi ke lingkungan dan mengendap di dasar perairan dan membentuk senyawa kompleks bersama dengan senyawa organik dan anorganik lainnya. Tingkat toksisitas dari merkuri ditentukan oleh bentuk senyawa tersebut. Untuk HgCl_2 dosis 29 mg/kg berat badan, HgI_2 dosis 357 mg/kg berat badan, $\text{Hg}(\text{CN})_2$ sebesar 10 mg/kg berat badan yang bisa menyebabkan kematian.

Secara Umum, tubuh manusia dapat mengabsorpsi senyawa merkuri sebesar 95%, kontaminasi merkuri pada manusia dapat terjadi melalui makanan, minuman, dan pernafasan, serta kontak kulit. Banyak senyawa merkuri yang terserap bergantung pada jalur masuk, lama paparan, dan bentuk senyawa merkuri. Senyawa merkuri yang terhirup akan terakumulasi dalam ginjal, otak, hati,

dan janin. Manusia yang terkontaminasi akut oleh logam merkuri akan menunjukkan gejala faringitis, sakit pada bagian perut, mual-mual dan muntah disertai darah, dan akan mengalami shock. Hal tersebut akan berlanjut dan mengakibatkan pembengkakan kelenjar ludah, nefritis, dan hepatitis apabila tidak segera ditangani. Inhalasi uap merkuri secara kronik dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf pusat.

Penelitian yang dilakukan oleh Ishak (2017), terkait analisis risiko lingkungan logam berat merkuri pada sedimen laut di wilayah pesisir kota Makassar, yang dilakukan pada bulan April – Mei 2014 pada 5 (lima) titik sampel di wilayah pesisir Kota Makassar diketahui bahwa wilayah pesisir Kota Makassar telah melebihi ambang batas berdasarkan EPA Region III BTAG *Marine Sediment Benchmark* Tahun 2006 (0,13 mg/kg).



Gambar 5.1

Konsentrasi Hg di 5 (lima) Kelurahan Pesisir Kota Makassar

Sumber polutan sebagian besar dihasilkan oleh kegiatan antropogenik di daerah tersebut. Aktivitas tersebut meliputi aktivitas masyarakat di pangkalan pendaratan ikan, pelabuhan pertamina Instalasi Makassar, Galangan Kapal, dan limbah domestik dari pemukiman padat penduduk di wilayah tersebut serta aktivitas dari pengrajin emas. Limbah tersebut dibuang di badan perairan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

Berdasarkan Hasil Analisis Risiko Ekologi yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa risiko lingkungan pada wilayah pesisir Kota Makassar termasuk dalam kategori risiko tinggi, yaitu $HQ > 10$. Hal ini merupakan ancaman bagi kesehatan manusia. Logam merkuri yang mengendap dalam sedimen akan memberikan dampak negatif bagi organisme yang hidup di dasar perairan seperti ikan dan kerang. logam Hg tersebut akan terakumulasi di dalam tubuh kerang dan ikan. logam Hg yang terdapat dalam tubuh ikan dan kerang, apabila dikonsumsi oleh manusia dapat menimbulkan masalah bagi kesehatan seperti memengaruhi fungsi syaraf, merusak penglihatan, pendengaran, kemampuan berbicara serta kehilangan koordinasi otak.

TIMBAL (Pb)

Timbal merupakan salah satu polutan kimia yang sangat berbahaya di badan air, tidak hanya bagi biota perairan, tetapi juga berbahaya bagi kesehatan manusia. Logam ini paling banyak ditemui pada produksi baterai, amunisi, pelapis kabel, pipa dan solder. Selain itu, logam timbal juga digunakan sebagai pewarna cat karena kelarutannya di air rendah dan terdapat dalam berbagai warna.

Timbal sering digunakan untuk berbagai jenis keperluan karena memiliki sifat, yaitu mempunyai titik cair rendah sehingga jika ingin digunakan dalam bentuk cair hanya membutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal, timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk, serta sifat kimia timbal yang berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak langsung dengan udara lembab.

Pencemaran timbal terus meningkat dari tahun ke tahun. Pencemaran tersebut, berasal dari sumber alami maupun limbah hasil aktivitas manusia, baik di udara, darat, maupun pada badan air. Timbal dapat mengkontaminasi manusia melalui konsumsi makanan, minuman, udara, debu, serta air yang tercemar oleh senyawa tersebut.

Pencemaran timbal dalam bentuk gas, paling banyak berasal dari gas buangan kendaraan bermotor yang merupakan hasil pembakaran mesin kendaraan yang tidak sempurna. Penelitian yang dilakukan pada sampel air laut di tiga titik kawasan pelabuhan nelayan gampong deah Glumpang, Banda Aceh menunjukkan bahwa salah satu sumber pencemar timbal diperairan tersebut, berasal dari hasil buangan bahan bakar perahu nelayan dalam bentuk alkil timbal atau sering disebut TEL (*Tetra Ethyl Lead*). Kandungan timbal pada tiga titik pengambilan sampel menunjukkan bahwa kadar timbal telah melewati baku mutu air laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 179 Tahun 2004, yaitu sebesar 0,05 mg/l (Sasnita dkk, 2017).

Tabel 5.1 Hasil Analisis kandungan logam Pb pada sampel air laut dan kerang *Anadara granosa* di kawasan pelabuhan nelayan, Gampong Deah Glumpang

No	Sampel	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji/Stasiun			Baku mutu MENLH Tahun 2004
				1*	2*	3*	
1	Air Laut	mg/l	AAS	Ttd	1,37	10,07	0,05

1* : Pemukiman; 2* : Mangrove; 3* : Dokking

Logam timbal merupakan senyawa yang tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia sehingga bila makanan dan minuman tercemar oleh timbal dan dikonsumsi, maka tubuh akan meresponnya sebagai racun. Orang dewasa mengabsorpsi Pb sebesar 5-15% dari keseluruhan Pb yang dicerna, sedangkan anak-anak mengabsorpsi Pb lebih besar, yaitu 41,5%.

Kandungan timbal dalam tubuh dapat menghambat aktivitas enzim yang berperan dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan terakumulasi dalam ginjal, hati, jaringan lemak, kuku, dan rambut. Keracunan logam timbal dapat meningkatkan kadar ALAD (aminolevulinat dehidratase) dalam darah dan urin, memperpendek umur dan menurunkan jumlah sel darah merah yang masih muda, serta meningkatkan kadar logam Fe dalam plasma darah. Hal tersebut diakibatkan karena timbal mempunyai efek racun terhadap fungsi organ tubuh.

Logam timbal bisa memengaruhi sistem saraf, inteligensia dan pertumbuhan. Kandungan timbal dalam darah berhubungan dengan tingkat Intelegensia manusia. Apabila kadar timbal dalam darah ditemukan sebanyak tiga kali dari batas normal, yaitu 0,3 mg/hari, maka akan terjadi penurunan tingkat intelegensia di bawah 80. Setiap kenaikan kadar Pb dalam darah sebesar 10 µg/dl menyebabkan penurunan IQ sebanyak 2,5 poin.

Gejala dan tanda yang timbul oleh seseorang yang terkontaminasi oleh timbal secara akut, adalah sebagai berikut :

1. Gangguan Gastrointestinal
Kram perut, sembelit, mual, dan muntah-muntah
2. Gangguan Neurologi
Sakit Kepala, Pikiran Kacau, hingga pingsan
3. Gangguan Fungsi Ginjal yang dapat berakibat pada gagal ginjal akut yang menyebabkan kematian.

TEMBAGA (Cu)

Tembaga adalah logam yang bersifat lunak, mudah dibentuk dengan titik lebur sekitar 1.038°C. Tembaga mempunyai sistem kristal kubik yang tampak berwarna kuning dan akan berwarna pink kecoklatan hingga keabuan jika diamati dengan menggunakan mikroskop. Dilautan, pencemaran logam berat tembaga berasal dari pengawet dan cat anti karat yang banyak digunakan pada bagian bawah kapal. Selain itu, Unsur tembaga bersumber dari peristiwa pengikisan (erosi) batuan mineral, debu-debu, dan partikulat tembaga dalam lapisan udara yang dibawah turun oleh air hujan. Secara umum, setiap tahun alam memasok sekitar 325.000 ton tembaga ke dalam perairan laut.

Kandungan logam tembaga dapat meningkat apabila limbah perkotaan, pertambangan, pertanian, dan perindustrian yang banyak mengandung logam berat masuk ke dalam lingkungan. Tingkat pencemaran dilingkungan dapat berubah-ubah, berdasarkan dengan tingkat aktivitas atau perubahan alam. Pada perairan alami, kadar tembaga berkisar <0.02 mg/liter.

Keberadaan logam berat pada sedimen dapat menjadi polutan apabila kandungannya melebihi ambang batas yang ditemukan. Penelitian yang dilakukan pada perairan di wilayah pelabuhan Meulaboh Aceh Barat menunjukkan bahwa kadar konsentrasi logam berat tembaga telah melebihi ambang batas. Hal ini disebabkan karena banyaknya aktivitas buangan limbah masyarakat dan aktivitas pertambangan serta transit batu bara (Warni dkk, 2017).

Tabel 5.2 Hasil analisis kandungan logam Cu pada sedimen di kawasan Pelabuhan Jetty Meulaboh

No	Sampel	Satuan	Hasil Uji/stasiun			Baku Mutu
			1	2	3	
1	Sedimen	mg/l	20,92	19,97	288,7	65 mg/kg

Tembaga dapat memengaruhi sistem enzim, yaitu dengan menghambat enzim *dihydrolipyl dehydrogenase* yang akan menghambat sistem *pyruvate dehydrogenase* sehingga mengganggu metabolisme energi dalam sel. Selain itu, tembaga dapat terakumulasi dalam hati sehingga dapat menyebabkan nekrosis hati dan menyebabkan tembaga masuk ke dalam sistem peredaran darah dan jaringan lainnya dan akhirnya menyebabkan krisis hemolitik.

Penyakit Wilson's merupakan penyakit yang diakibatkan oleh tingginya kadar tembaga dalam hati, ginjal, dan otak. Abnormalitas sistem saraf, ginjal, hati dan kornea merupakan gejala klinis yang ditimbulkan oleh penyakit wilson's karena akumulasi kadar tembaga yang tinggi dalam tubuh. Nilai toksisitas tembaga dalam darah menurut WHO berkisar antara 800 – 1200 ppb.

Keracunan logam tembaga bersifat kronis. Gejala klinis pada manusia yang terkontaminasi tembaga akut, antara lain Kolik abdomen, muntahan berwarna hijau kebiruan, gastroenteritis yang diikuti dengan diare. Gejala lain yang ditimbulkan adalah shock berat, suhu tubuh turun secara ekstrim, denyut jantung berdetak lebih cepat. Penderita akan mengalami kolaps yang mengakibatkan kematian pada penderita setelah 24 jam munculnya gejala-gejala tersebut.

KADMIUM (Cd)

Pencemaran di air sering kali ditandai dengan adanya perubahan sifat fisik, kimia dan biologi perairan tersebut. Logam berat yang merupakan salah satu bahan pencemar di perairan akan membahayakan kehidupan organisme di air/laut, sehingga secara tidak langsung dapat memberikan efek terhadap kesehatan manusia. Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang sering menjadi pencemar yang terdapat di perairan. Kadmium merupakan logam berat yang bersifat racun karena tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup dan dapat terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik.

Kadmium telah diketahui sebagai polutan yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia sejak pertengahan tahun 1970-an dan pada akhir abad ke-20 jumlah kasus yang muncul akibat terkontaminasi logam berat kadmium semakin meningkat. Hingga dewasa ini, kadmium telah diketahui

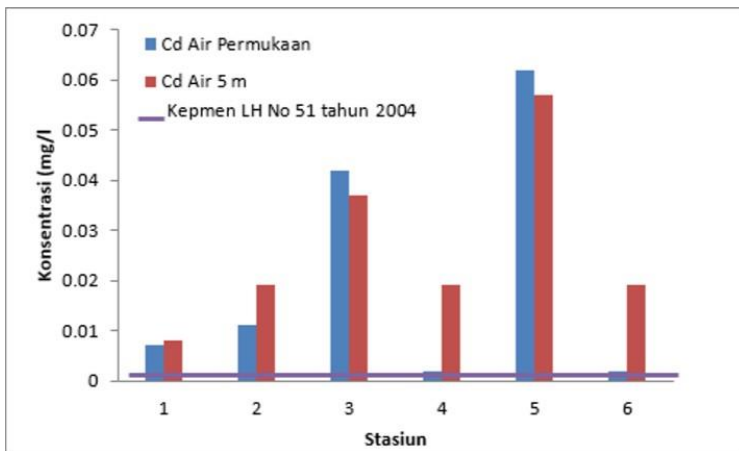
sebagai senyawa yang dapat menyebabkan keracunan dan bersifat karsinogen.

Kadmium berwarna putih perak, berkilau, lunak, mudah bereaksi, dan tidak larut dalam basa serta menghasilkan kadmium oksida bila dipanaskan. Kadmium dapat digunakan sebagai campuran dengan logam lain, seperti Nikel (Ni), Emas (Au), Tembaga (Cu), dan Besi (Fe). Kadmium dalam konsentrasi tinggi biasanya berasal hasil buangan limbah industri, antara lain hasil buangan penambangan, peleburan seng (Zn) dan Timbal (Pb). Selain itu, kadmium dapat berasal dari sisa penggunaan lumpur kotor sebagai pupuk tanaman yang kemudian terbawa oleh aliran angin dan air.

Penggunaan logam berat yang beraneka ragam dalam sektor industri membuat pelepasan logam, seperti kadmium yang berasal dari limbah industri terakumulasi dengan kadmium yang berasal dari alam akan menimbulkan pencemaran lingkungan yang sangat luas karena merupakan substansi yang persisten di dalam lingkungan. Penelitian yang dilakukan di tahun 1993 memperlihatkan bahwa kadar logam berat kadmium yang terkandung dalam lumpur Keputih merupakan kadar logam berat yang tertinggi di dunia, yaitu sebesar 1,575 ppm.

Pada air permukaan di perairan Muara sungai Banyuasin kandungan logam berat kadmium berkisar antara 0,002 – 0,062 mg/l dan pada kedalaman 5 meter berkisar antara 0,008 – 0,057 mg/l. Konsentrasi tersebut telah melebihi baku mutu yang dikeluarkan oleh KepMen LH No 51 tahun 2004 untuk biota perairan, yaitu 0,001 mg/l. Hal ini dikarenakan perairan Muara

Sungai Banyuasin merupakan hilir dari Sungai Banyuasin yang dikelilingi oleh banyak aktivitas industri (Barus, 2016).



Gambar 5.2

Kandungan Kadmium (Cd) di Perairan Muara Sungai Banyuasin

Keracunan kadmium massal pernah terjadi di Jepang yang dikenal dengan *itai-itai disease* yang ditandai dengan osteomalasia dan asidosis yang diakibatkan karena penduduk Jepang mengonsumsi beras yang dihasilkan dari persawahan yang dialiri oleh air sungai yang telah tercemar logam berat kadmium yang bersumber dari kegiatan pertambangan di daerah tersebut.

Kontaminasi oleh logam kadmium dapat bersifat akut dan kronis. Hal tersebut biasanya ditandai dengan adanya rasa sakit dan panas di dada. Kadmium dipandang sebagai senyawa dengan tingkat toksisitas yang sangat tinggi karena merupakan senyawa yang persisten di lingkungan. Paparan kadmium secara akut dapat mengakibatkan nekrosis pada ginjal dan dapat berlanjut menjadi proteinuria. Selain itu, gejala lain yang mungkin dapat terjadi adalah iritasi alat respiratori, alat pencernaan, sistem saraf, serta sistem sirkulasi darah dan jantung.

Hasil pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner yang dilakukan pada masyarakat di Kawasan Pemukiman Pesisir Belawan mengenai keluhan kesehatan akibat cemaran kadmium yang terkandung dalam perairan, menunjukkan bahwa sebanyak 15,7% dari total responden menderita diare yang merupakan gangguan intestinal dan diasumsikan sebagai akibat dari paparan logam berat kadmium yang diduga terdapat pada makanan maupun sumber air baku air minum sebagian penduduk (Indirawati, 2017).

SENG (Zn)

Seng adalah logam berat yang terbentuk secara alami dalam tanah (sekitar 70 mg/kg dalam kerak batuan) dan merupakan logam transisi. Seng mempunyai karakteristik yang cukup reaktif, pudar bila terkena uap udara, berwarna putih kebiruan, serta terbakar jika terkena udara dengan api hijau terang. Di alam, seng tidak berada dalam keadaan bebas, namun berikatan dengan unsur yang lain berupa mineral. Mineral tersebut antara lain : kalaminit, franklinit, smithsonit, willenit, dan zinkit.

Diseluruh dunia, seng diproduksi lebih dari 7 juta ton setiap tahunnya. Sekitar 50% seng digunakan untuk galvanisasi dengan tujuan melindungi baja dari korosi, 19% digunakan untuk memproduksi logam kuningan, serta 16% untuk memproduksi alloy. Pencemaran diperairan laut yang terjadi akibat cemaran logam seng diperkirakan terjadi karena banyaknya aktivitas kapal di laut, karena logam seng digunakan sebagai bahan pembuatan cat pada kapal dan juga pipa-pipa, seng juga digunakan sebagai bahan dalam pembuatan shampoo anti ketombe, yakni *zinc pyrithione* dan *zinc sulfate* dan juga pada formula deterjen yang mana banyaknya

limbah air buangan mandi dan mencuci yang mengalir langsung masuk ke perairan laut.

Pada dasarnya seng merupakan unsur esensial yang dibutuhkan oleh tubuh. Seng berperan dalam fungsi syaraf dan reproduksi. Tetapi dalam dosis tinggi, seng dapat berubah menjadi zat berbahaya yang bersifat racun. Keracunan seng dalam dosis tinggi dapat bersifat akut dan kronis sehingga menyebabkan defisiensi mineral lain. Gejala yang ditimbulkan oleh keracunan seng adalah sakit lambung, diare, mual dan muntah.

Kadar logam seng yang terdapat pada sedimen perairan biasanya relatif lebih tinggi dibandingkan pada ikan dan air sungai. Kandungan logam berat seng yang terdapat pada ikan baung di perairan trisakti Banjarmasin, Kalimantan Selatan, terbukti terdapat kandungan seng. Pada lokasi I sebesar 1,371 ppm, lokasi II sebesar 0,965 ppm, dan lokasi III sebesar 0,796 ppm. Meskipun, tidak melebihi nilai ambang batas yang aman dikonsumsi (100 ppm), tetapi seiring dengan berjalannya waktu, akan terjadi akumulasi pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di dalam maupun di sekitar sedimen atau dasar perairan. Hal tersebut akan berbahaya bagi kehidupan biota, yang pada akhirnya akan memberikan dampak bagi kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi biota tersebut (Komari dkk, 2013).

Tabel 5.3 Kandungan Zn pada Air dan Ikan Baung di Perairan Trisakti Banjarmasin

No	Sampel	April			Mei		
		Trisakti	Basirih	Banjar Barat	Trisakti	Basirih	Banjar Barat
1	Air	0,193	0,030	0,029	0,204	0,030	0,028
2	Ikan Baung	1,371	0,965	0,796	1,428	0,720	0,640

NIKEL (Ni)

Nikel merupakan logam yang tersebar secara luas di lingkungan dan terbentuk secara alami pada kerak bumi dengan jumlah yang cukup banyak. Unsur logam ini berwarna putih perak dengan berat jenis 8,5 dan berat atom 58,71 g/mol. Nikel memiliki sifat yang resisten terhadap korosi dan oksidasi pada suhu yang tinggi yang menyebabkan nikel dapat digunakan dalam produksi *Stainless steel*.

Pencemaran logam nikel bersumber dari pembakaran batubara, industri pemurnian logam nikel, pembakaran BBM, serta limbah dari incenerator. Pembuangan limbah yang mengandung nikel mengakibatkan pencemaran pada badan air. Pada air tanah, kontaminasi nikel dapat mencapai 0,005 – 0,05 ppm dan pada tumbuhan tidak lebih dari 1 ppm (Suhendrayatna, 2002).

Kontaminasi oleh logam berat nikel dapat terjadi melalui inhalasi, oral, dan kontak kulit. Gejala awal dari kontaminasi senyawa ini adalah sakit kepala, mual, muntah, epigastrik, sakit dada yang disertai dengan gejala batuk-batuk, hiperpo, sianosis, sakit lambung, serta keadaan lemah lesuh. Selain itu, tanda-tanda lain yang dapat muncul sebagai efek samping gejala tersebut adalah demam, leukosistosis, dan pneumonia parah, kegagalan pernafasan, hingga menyebabkan kematian. Nikel merupakan logam berat yang dapat mengakibatkan kanker pada paru-paru dan rongga hidung.

Seseorang yang meminum air yang telah terkontaminasi oleh logam berat nikel biasanya akan mengalami gangguan neurologis. Selain itu, kontaminasi nikel melalui sentuhan kulit secara kronis dapat menyebabkan dermatitis berupa kulit kemerahan pada jari-jari, pergelangan tangan serta lengan.

Penelitian yang dilakukan oleh Suhelmi dkk (2014), mengenai keluhan gangguan kulit pada petani rumput laut di kelurahan Kalumeme Bulukumba menyatakan bahwa gangguan kulit yang terjadi pada petani rumput laut disebabkan substansi toksis atau agen iritan biologis yang menempel pada rumput laut.

Hal tersebut didasarkan pada pengakuan para petani rumput laut yang merasakan gangguan kulit sejak beralih profesi dari nelayan menjadi petani rumput laut. Selama proses bekerja dalam melakukan budidaya rumput laut diperkirakan ada toksin dalam air laut yang kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, yaitu akibat perubahan lingkungan dan adanya toksik yang dihasilkan oleh biota laut akibat lingkungan terganggu.

C. POLUTAN DETERGEN

Lingkungan perairan seringkali tercemar oleh cemaran limbah bahan organik, bahan kimia berbahaya, pestisida, sampah organik, plastik, serta detergen. Secara luas, detergen diartikan sebagai bahan yang digunakan sebagai pembersih, termasuk sabun cuci piring alkali serta sebagai cairan pembersih. Secara spesifik, detergen merupakan bahan pembersih yang mengandung senyawa petrokimia atau surfaktan sintetik.

Pada dasarnya, detergen terdiri dari tiga komponen yaitu, surfaktan sebagai bahan dasar detergen sebesar 20-30%, builders (senyawa fosfat) sebesar 70-80 %, dan bahan aditif (pemutih dan pewangi) yang relative sedikit yaitu 2-8%. *Surface Active Agent* (surfaktan) pada detergen digunakan untuk proses pembasahan dan pengikat kotoran, sehingga sifat dari detergen dapat berbeda tergantung jenis surfaktannya.

Limbah detergen yang mencemari badan perairan akan menyebabkan turunnya kualitas baku mutu perairan dan mengakibatkan terjadinya penurunan keanekaragaman biota air. Dampak negatif yang diakibatkan oleh pencemaran limbah detergen dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Dampak yang ditimbulkan antara lain :

1. Gangguan estetika oleh adanya busa putih di permukaan perairan
2. Penurunan kadar oksigen terlarut pada perairan
3. Perubahan sifat fisik dan kimia di perairan yang tercemar saat terjadi eutrofikasi

Semakin tinggi jumlah limbah detergen yang terdapat pada badan perairan maka semakin rendah pasokan oksigen terlarut di dalam air. Hal tersebut mengakibatkan terganggunya proses pernapasan pada ikan dan dapat menyebabkan kematian pada biota ikan. Kematian pada biota ikan di perairan dapat mengganggu ekosistem perairan/laut. Kejadian tersebut dapat mengganggu kesehatan manusia diakibatkan karena ikan sebagai salah satu sumber makanan bagi manusia.

Bahan kimia yang terdapat dalam detergen menjadi hal penting untuk diperhatikan, karena gugus fungsi ini akan sangat memengaruhi tingkat toksisitas bagi kesehatan dan lingkungan. Jika deterjen tidak terdegradasi secara sempurna di perairan lalu masuk ke dalam jaringan tubuh, baik secara langsung maupun tidak langsung, bahan kimia yang ada dalam detergen akan terakumulasi dalam jaringan tubuh yang bersifat racun.

Golongan amonium kuartemer dapat membentuk senyawa nitrosamin yang bersifat karsinogenik. Reaksi lain yang menimbulkan toksik bila dikonsumsi ke dalam jaringan tubuh adalah reaksi antara sodium (auril sulfat (SLS) dan sodium laureth sulfat (SLES) dengan senyawa golongan amonium kuarterner. Masalah yang timbul di masyarakat jika terjadi kontak langsung deterjen dengan kulit adalah kulit terasa kering, melepuh, timbulnya eksim kulit semacam bintik-bintik gatal berair di telapak tangan maupun kaki.

D. POLUTAN PESTISIDA

Pestisida atau dengan kata lain biosida merupakan senyawa organik yang termasuk dalam salah satu pencemar limbah perairan. Pestida mencemari badan air melalui hasil buangan dari daerah pertanian yang menggunakan pestisida. Insektisida dan herbisida merupakan dua jenis pestisida yang paling banyak digunakan.

Senyawa pestisida merupakan senyawa persisten yang sangat sulit diuraikan di alam dan akan terakumulasi dalam lemak suatu organisme. Senyawa tersebut bersifat karsinogen dan mutagen terhadap hewan. Pencemaran garam-garam dari berbagai senyawa halogen pada perairan yang disebabkan oleh meningkatnya penggunaan bahan pestisida, herbisida dan

insektisida di dalam bidang pertanian, menyebabkan tidak berfungsinya dan menurunnya kualitas lingkungan yang sangat merugikan bagi keseimbangan ekosistem perairan (Rochaddi dan Chrisna, 2013).

Limbah pertanian yang merupakan hasil residu pestisida turut juga mengambil bagian dalam proses penurunan mutu lingkungan eksternal perairan. Sebagai contoh, Daerah Karawang di Jawa Barat, dalam penanganan sawah dengan irigasi seluas 85.000 ha menggunakan 76 macam pestisida yang mengandung kurang lebih 50 jenis bahan aktif kimia. Kadar residu pestisida yang lebih tinggi disepanjang pantai utara Jawa dibandingkan dengan pantai selatan Jawa diduga karena penggunaannya lebih tersebar luas di sepanjang hamparan pantura.

Limbah eksternal yang mencemari badan perairan selanjutnya akan mengalir ke daerah pesisir sehingga mencemari daerah pesisir, kemudian digunakan untuk mengisi tambak untuk budidaya udang diperairan pantai. Apabila tingkat pencemaran telah melewati ambang batas, tidak hanya menyebabkan kematian bagi populasi udang, tetapi juga dapat membahayakan manusia yang mengkonsumsi udang.

Kerusakan yang ditimbulkan oleh pencemaran pestisida bersifat akumulatif. Pestisida merupakan golongan dengan ikatan molekul yang sangat kuat dimana molekul yang masuk ke dalam lingkungan akan bertahan hingga beberapa tahun sejak pestisida mulai digunakan. Hal tersebut akan menjadi sangat berbahaya karena secara terus menerus pestisida akan menumpuk dilingkungan dan membahayakan kesehatan masyarakat.

Kontaminasi oleh pestisida dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung, yaitu melalui pernapasan, oral, maupun melalui kulit. Penyerapan pestisida melalui kulit dapat terjadi jika substansi pestisida menetap di kulit dalam waktu yang lama. Absorpsi pestisida melalui kulit dapat merusak jaringan. Masuknya pestisida dapat menginduksi produksi serotonin dan histamin sehingga memicu terjadinya reaksi alergi dan dapat menghasilkan senyawa baru yang lebih toksik.

Di lingkungan perairan, pencemaran air oleh pestisida terutama terjadi melalui aliran air dari tempat kegiatan manusia yang menggunakan pestisida dalam usaha menaikkan produksi pertanian dan peternakan. Jenis-jenis pestisida yang persisten (DDT, Aldrin, Dieldrin) tidak mengalami degradasi dalam tanah, tapi malah akan berakumulasi. Dalam air, pestisida dapat mengakibatkan *biology magnification*, pada pestisida yang persisten dapat mencapai komponen terakhir, yaitu manusia melalui rantai makanan. Pestisida dengan formulasi granula, mengalami proses dalam tanah dan air sehingga ada kemungkinan untuk dapat mencemari tanah dan air (Adriyani, 2006).

E. TOKSIKOLOGI PERAIRAN

Toksikologi perairan merupakan kajian kualitatif dan kuantitatif untuk mengetahui dampak buruk atau efek toksik dari bahan kimia dan bahan-bahan lain sebagai aktifitas manusia terhadap makhluk hidup yang sejatinya akan menimbulkan bagi manusia itu sendiri. Toksikan merupakan agen yang mampu menghasilkan dampak atau respon buruk dalam suatu sistem biologis, yang dapat secara serius merusak struktur dan fungsi atau menyebabkan kematian. Sedangkan toksisitas merupakan suatu

sifat relatif dari suatu bahan kimia dalam hal potensi untuk menimbulkan dampak yang membahayakan bagi organisme. Toksisitas merupakan fungsi konsentrasi bahan kimia dan durasi pemaparan.

Data toksisitas umumnya digunakan dalam membandingkan bahan kimia, yang juga mencakup mekanisme biologis yang terkena dampak serta kondisi dimana suatu toksikan dikatakan memberikan efek yang berbahaya. Uji toksisitas digunakan untuk mengevaluasi seberapa buruk dampak suatu bahan kimia pada organisme dalam suatu kondisi yang terstandarisasi dan dapat dilakukan di tempat yang lain.

Dampak buruk yang diakibatkan oleh bahan kimia merupakan sebuah gambaran dari hasil pengukuran atau kuantifikasi yang berada di luar kisaran normal yang ditemukan pada makhluk hidup. Bahan kimia (*xenobiotics*) dapat memasuki ekosistem perairan secara kebetulan atau dengan sengaja di buang ke dalam laut, yang secara serius merubah kualitas air dan membuat lingkungan perairan menjadi tidak lagi bagi makhluk hidup perairan dan manusia.

Efek toksik yang ditimbulkan dapat berupa kematian (*lethality*) atau sub-lethal seperti perubahan dalam pertumbuhan, perkembangan, reproduksi, serta tingkah laku dari makhluk hidup itu sendiri. Tingkat kerentanan lingkungan perairan terhadap gangguan bahan kimia bergantung pada 5 faktor, yakni :

1. Sifat fisika-kimia
2. Konsentrasi bahan kimia yang memasuki ekosistem
3. Durasi dan jenis masukan dari bahan kimia (akut, kronik ataupun berkesinambungan)
4. Kemampuan ekosistem untuk mempertahankan diri

5. Lokasi ekosistem terhadap tempat pembuangan limbah kimia.

Dalam konsep toksikologi, tidak ada satupun bahan kimia yang secara umum dianggap bersifat toksik, dan tidak ada satupun bahan kimia yang secara umum dapat dianggap aman. Faktor-faktor yang menentukan apakah bahan kimia memiliki potensi yang membahayakan atau aman bagi organisme adalah hubungan antara konsentrasi (kuantitas) bahan kimia dan durasi pemaparannya terhadap organisme. Ukuran berat ringannya (*severity*) dampak sebagai hasil dari suatu pemaparan (*exposure*) adalah manifestasi dari hubungan konsentrasi dan lama pemaparan.

Untuk setiap bahan kimia, kontak dengan lingkungan ataupun makhluk hidup tidak akan menghasilkan suatu dampak buruk apabila konsentrasi bahan kimia tersebut berada di bawah level minimal efektif (*threshold*). Demikian pula sebaliknya, apabila organisme terpapar pada konsentrasi tinggi dan dalam durasi yang memadai, maka dampak buruk dari bahan kimia (toksik) dapat terdeteksi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi, transportasi, transformasi, dan hasil akhir bahan kimia di lingkungan perairan adalah sebagai berikut :

1. Sifat fisika-kimia dari senyawa, termasuk diantaranya struktur molekul, daya larut dalam air, laju penguapan, laju fotolisis, laju absorpsi, dan koefisien partisi.
2. Sifat fisika-kimia-biologi dari ekosistem, termasuk diantaranya hubungan luas permukaan dan volume, suhu, salinitas, pH, aliran massa air, kedalaman, jumlah materi tersuspensi, serta kandungan kardon dalam sedimen di perairan.

3. Sumber dan laju input dari bahan kimia ke dalam ekosistem, meliputi rata-rata laju input, informasi konsentrasi awal, mobilitas bahan kimia, dan bagian dari ekosistem yang berasosiasi dalam distribusi dan transformasinya.

Bahan kimia pencemar dapat terkonversi menjadi bentuk lain melalui proses transformasi biotik maupun abiotik. Reaksi transformasi yang paling dominan terjadi di lingkungan perairan adalah hidrolisis. Bagi suatu bahan kimia, untuk dapat menimbulkan efek (respons) buruk atau memiliki dampak toksik pada organisme perairan maka senyawa/bahan kimia tersebut harus berada dalam posisi kontak dan beraksi dengan reseptor yang tepat pada organisme, dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan durasi kontak yang cukup lama.

Konsentrasi dan waktu pemaparan yang dibutuhkan untuk dapat menimbulkan dampak atau respons buruk beragam menurut jenis bahan kimia, spesies organisme, dan tingkat keparahan dampak yang diakibatkan. Efek toksik dapat dihasilkan di dalam laboratorium maupun di lingkungan alami, baik dengan pemaparan akut (jangka panjang) maupun kronik (jangka panjang) terhadap bahan kimia atau bahan-bahan yang memiliki potensi toksik.

Pada pemaparan akut, organisme mengalami kontak dengan bahan kimia yang dapat berupa pemaparan tunggal atau beberapa pemaparan yang terjadi dalam jangka waktu pendek, yang umumnya dalam hitungan jam hingga hitungan hari. Pemaparan akut terhadap bahan kimia yang dapat secara cepat terabsorpsi umumnya langsung memberikan dampak, namun terkadang dampak tersebut tertunda menyerupai dampak yang ditimbulkan oleh pemaparan kronik. Selama pemaparan kronik,

organisme yang terpapar pada konsentrasi rendah dari suatu bahan kimia dapat berupa kontak berkesinambungan atau berupa kontak yang diberikan secara berkala dalam suatu periode waktu yang panjang. Efek kronik bisa timbul segera secara cepat seperti pada efek akut, tetapi yang paling sering adalah efek yang tertunda dan berkembang secara perlahan.

Efek toksik yang ditimbulkan juga bergantung pada bahan kimia itu sendiri, terutama yang berhubungan dengan komposisi bahan kimia. Ketidak-murnia (*impurities*) suatu bahan kimia dari bagian yang dihasilkan oleh produsen yang berbeda. Hal lain yang menyangkut efek toksik adalah dapat pulih (*reversible*) dan tidak dapat pulih (*irreversible*). Pulihnya suatu efek dapat terjadi melalui mekanisme perbaikan normal, seperti regenerasi jaringan yang rusak.

BAB VI

SANITASI LINGKUNGAN DI KEPULAUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan (*archipelago state*) terbesar di dunia. Namun pulau-pulau kecil yang dimiliki Indonesia kurang mendapatkan perhatian dari pemerintah, terlebih pulau-pulau kecil yang berbatasan langsung dengan negara tetangga. Indonesia yang mencapai 5,8 juta kilometer persegi, dengan panjang garis pantai Indonesia yang mencapai 95.181 km dan luas perairan 5,8 juta km², serta telah diakui dunia memiliki 17.500 pulau, tidak dimanfaatkan secara optimal, begitu juga lautan dangkal yang luasnya 24 juta hektar dan teluk yang luasnya 4,1 juta hektar masih disia-siakan.

Definisi pulau menurut UNCLOS adalah daratan yang terbentuk secara alami, dikelilingi oleh air dan selalu berada di atas permukaan air pada saat pasang tertinggi. Sementara pengertian pulau-pulau kecil menurut Undang-Undang No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil adalah

pulau dengan luas lebih kecil atau sama dengan 2.000 km² beserta kesatuan ekosistemnya.

A. Sanitasi Lingkungan

Sanitasi adalah upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan lingkungan dari subyeknya. Misalnya menyediakan air yang bersih untuk keperluan mencuci tangan, menyediakan tempat sampah untuk mewedahi sampah agar sampah tidak dibuang sembarangan. Sanitasi sering juga disebut dengan sanitasi lingkungan dan kesehatan lingkungan, sebagai suatu usaha pengendalian semua faktor yang ada pada lingkungan fisik manusia yang diperkirakan dapat menimbulkan hal-hal yang mengganggu perkembangan fisik, kesehatannya ataupun kelangsungan hidupnya (Adisasmito, 2007).

Sanitasi Lingkungan dalam usaha kesehatan masyarakat adalah bagian dari kesehatan masyarakat yang meliputi prinsip-prinsip usaha untuk mengadakan atau menguasai faktor lingkungan yang dapat menimbulkan penyakit melalui kegiatan yang ditujukan untuk (i) Sanitasi air, (ii) Sanitasi makanan, (iii)

Sistem pembuangan tinja, (iv) Sanitasi udara, (v) Pengendalian vektor, (vi). Hygiene rumah, tingginya angka kematian bayi dan ibu melahirkan sebagai dampak yang disebabkan oleh berbagai penyakit yang ditularkan dari lingkungan yang tidak sehat.

Faktor lingkungan merupakan faktor yang sangat penting terhadap timbulnya berbagai penyakit tertentu, sehingga untuk memberantas penyakit menular diperlukan upaya perbaikan lingkungan. Faktor lingkungan seseorang yang keadaan fisik atau daya tahannya terhadap penyakit kurang, akan mudah terserang penyakit. Penyakit-penyakit tersebut seperti diare, kholera, campak, demam berdarah dengue, difteri, pertusis, malaria, influenza, hepatitis, tifus dan lain-lain yang dapat ditelusuri determinan-determinan lingkungannya. Masalah kesehatan lingkungan utama di negara-negara yang sedang berkembang adalah penyediaan air minum, tempat pembuangan kotoran, pembuangan sampah, Kondisi rumah dan pembuangan pengelolaan air limbah (Slamet, 2004 ; Noerolandra, 2006 ; Notoatmodjo, 2003).

B. Sarana Penyediaan Air Bersih

Air sangat penting bagi kehidupan manusia. Manusia akan lebih cepat meninggal karena kekurangan air daripada kekurangan makanan. Dalam tubuh manusia itu sendiri sebagian besar terdiri dari air. Tubuh orang dewasa, sekitar 55 - 60% berat badan terdiri dari air, untuk anak-anak sekitar 65%, dan untuk bayi sekitar 80%. Kebutuhan manusia akan air sangat kompleks antara lain untuk minum, masak, mandi, mencuci (bermacam-macam cucian), dan sebagainya. Diantara kegunaan-kegunaan air tersebut yang sangat penting adalah kebutuhan untuk minum (termasuk untuk masak) air harus mempunyai persyaratan khusus agar air tersebut tidak menimbulkan penyakit bagi manusia. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

1. Sumber Air

Air yang berada di permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi atas (Chandra, 2007):

a. Air Angkasa (Hujan)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya karbon dioksida, nitrogen, dan ammonia.

b. Air Permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun lainnya.

c. Air Tanah

Air tanah (ground water) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, di dalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih murni dibandingkan air permukaan.

2. Syarat Air Bersih

Pemenuhan kebutuhan akan air bersih haruslah memenuhi dua syarat yaitu kuantitas dan kualitas (Depkes RI, 2005).

a. Syarat Kuantitatif

Syarat kuantitatif adalah jumlah air yang dibutuhkan setiap hari tergantung kepada aktifitas dan tingkat kebutuhan. Secara kuantitas di Indonesia diperkirakan dibutuhkan air sebanyak 138,5 liter/orang/hari dengan perincian yaitu untuk mandi,

cuci kakus 12 liter, minum 2 liter, cuci pakaian 10,7 liter, kebersihan rumah 31,4 liter, taman 11,8 liter, cuci kendaraan 21,8 liter, wudhu 16,2 liter, lain-lain 33,3 liter.

b. Syarat Kualitatif

Syarat kualitas meliputi parameter fisik, kimia, radioaktivitas, dan mikrobiologis yang memenuhi syarat kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

- 1) Parameter Fisik Air yang memenuhi persyaratan fisik adalah air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak keruh atau jernih, dan dengan suhu sebaiknya di bawah suhu udara sedemikian rupa sehingga menimbulkan rasa nyaman, dan jumlah zat padat terlarut (TDS) yang rendah.

a) Bau

Air yang berbau selain tidak estetik juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk akan kualitas air.

b) Rasa

Air yang bersih biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan.

c) Warna

Air sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetik dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tannin dan asam humat yang terdapat secara alamiah di air rawa, berwarna kuning muda, menyerupai urin, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik ini bila

terkena khlor dapat membentuk senyawa-senyawa khloroform yang beracun.

d) Kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan.

e) Suhu

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan, menghambat reaksi-reaksi biokimia di dalam saluran/pipa, mikroorganisme patogen tidak mudah berkembang biak, dan bila diminum air dapat menghilangkan dahaga.

f) Jumlah Zat Padat Terlarut

Jumlah zat padat terlarut (TDS) biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut.

- 2) Parameter Mikrobiologis. Sumber-sumber air di alam pada umumnya mengandung bakteri. Jumlah dan jenis bakteri berbeda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan Coli tidak merupakan bakteri golongan patogen, namun bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri pathogen.
- 3) Parameter Radioaktifitas. Dari segi parameter radioaktivitas, apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian dan perubahan

komposisi genetik. Kematian sel dapat diganti kembali apabila sel dapat beregenerasi dan apabila tidak seluruh sel mati. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi.

- 4) Parameter Kimia. Dari segi parameter kimia, air yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain air raksa (Hg), aluminium (Al), arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), florida (F), kalsium (Ca), derajat keasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Air sebaiknya tidak asam dan tidak basa (netral) untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air. pH yang dianjurkan untuk air bersih adalah 6,5 – 9.

C. Sarana Sumur Gali

Sumur gali adalah salah satu sarana penyediaan air bersih dengan cara menggali tanah sampai mendapatkan lapisan air dengan kedalaman tertentu yang terdiri dari bibir sumur, dinding sumur, lantai sumur, saluran air limbah dan dilengkapi dengan timba dengan gulungan atau pompa.

Sumur gali adalah salah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai sumber air bersih. Sumur gali ini pada umumnya dibuat adalah untuk mengambil air tanah bebas sehingga dapat dipengaruhi oleh musim. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan air yang relatif dekat dengan permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkontaminasi melalui rembesan. Menurut Depkes RI, 1990 ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam membuat sumur gali diantaranya :

- a. Jarak sumur gali dari pencemaran seperti kakus, lubang galian sampah, lubang galian untuk air kotor minimal 10 meter dan letaknya tidak berada dibawah sumber pencemar tersebut.
- b. Dinding sumur (cincin) minimal 3 meter dari permukaan tanah dan terbuat dari bahan yang kedap air.
- c. Lebar minimal lantai sumur 1 meter dari tepi bibir sumur dan terbuat dari bahan yang kedap air.

- d. Tinggi bibir sumur minimal 0,8 meter dari permukaan tanah.
- e. Mempunyai saluran pembuangan air bekas, minimal sepanjang 10 meter dan terbuat dari bahan kedap air.

Air yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan merupakan media penularan penyakit karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan, terutama penyakit perut. Sementara itu, penyakit-penyakit yang berhubungan dengan air dapat dibagi dalam kelompok-kelompok berdasarkan cara penularannya. Mekanisme penularan penyakit sendiri terbagi menjadi empat, yaitu (Chandra, 2007):

a. *Waterborne mechanism*

Di dalam mekanisme ini, kuman patogen dalam air yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia ditularkan kepada manusia melalui mulut atau sistem pencernaan. Contoh penyakit yang ditularkan melalui mekanisme ini antara lain kolera, tifoid, dan hepatitis viral.

b. Waterwashed mechanism

Mekanisme penularan semacam ini berkaitan dengan kebersihan umum dan perseorangan. Pada mekanisme ini terdapat tiga cara penularan, yaitu:

- 1) Infeksi melalui alat pencernaan, seperti diare pada anak-anak.
- 2) Infeksi melalui kulit dan mata, seperti skabies dan trachoma.
- 3) Penularan melalui binatang pengerat, seperti leptospirosis.

c. Water-based mechanism

Penyakit yang ditularkan dengan mekanisme ini memiliki agen penyebab yang menjalani sebagian siklus hidupnya di dalam tubuh vektor atau sebagai intermediate host yang hidup di dalam air. Contohnya skistosomiasis dan penyakit akibat *Dracunculus medinensis*.

d. Water-related insect vektor mechanism

Agen penyakit ditularkan melalui gigitan serangga yang berkembang biak di dalam air. Contoh penyakit dengan

mekanisme penularan semacam ini adalah filariasis, dengue, malaria, dan yellow fever.

D. Sarana Jamban

1. Definisi Jamban

Jamban adalah suatu bangunan yang digunakan untuk membuang dan mengumpulkan kotoran manusia dalam suatu tempat tertentu, sehingga kotoran tersebut dalam suatu tempat tertentu tidak menjadi penyebab penyakit dan mengotori lingkungan pemukiman. Penyediaan sarana jamban merupakan bagian dari usaha sanitasi yang cukup penting peranannya. Ditinjau dari sudut kesehatan lingkungan pembuangan kotoran yang tidak saniter akan dapat mencemari lingkungan terutama tanah dan sumber air.

2. Syarat Jamban

Menurut Kepmenkes RI No. 852/MENKES/SK/IX/2008, jamban sehat adalah fasilitas pembuangan tinja yang efektif untuk memutus mata rantai

penularan penyakit. Sebuah jamban dikategorikan sehat jika:

- a. Mencegah kontaminasi ke badan air.
- b. Mencegah kontak antara manusia dan tinja.
- c. Membuat tinja tersebut tidak dapat dihinggapi serangga, serta binatang lainnya.
- d. Mencegah bau yang tidak sedap.
- e. Konstruksi dudukannya dibuat dengan baik dan aman bagi pengguna.

3. Jenis Jamban

Jamban merupakan sarana yang biasa digunakan masyarakat dalam pembuangan tinja. Menurut Suparmin (2002), jamban dapat dibedakan atas beberapa macam, antara lain:

- a. Jamban Cubluk

Dilihat dari penempatan dan konstruksinya, jenis jamban ini tidak mencemari tanah ataupun mengkontaminasi air permukaan serta air tanah. Tinja

tidak akan dapat dicapai oleh lalat apabila lubang jamban selalu tertutup.

b. Jamban Air

Jamban ini merupakan modifikasi jamban yang menggunakan tangki pembusukan. Apabila tangkinya kedap air, maka tanah, air tanah, serta air permukaan tidak akan terkontaminasi.

c. Jamban Leher Angsa

Jamban leher angsa atau jamban tuang siram yang menggunakan sekat air bukanlah jenis instalasi pembuangan tinja yang tersendiri, melainkan lebih merupakan modifikasi yang penting dari slab lantai jamban biasa.

E. Sarana Pembuangan Sampah

1. Definisi Sampah

Sampah diartikan sebagai benda yang tidak terpakai, tidak diinginkan dan dibuang atau sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia, serta tidak

terjadi dengan sendirinya. Beberapa faktor yang memengaruhi sampah adalah jumlah penduduk, sistem pengumpulan/ pembuangan sampah, pengambilan bahan-bahan yang ada pada sampah, faktor geografis, waktu, sosial, ekonomi, budaya, musim, kebiasaan masyarakat, kemajuan teknologi serta jenis sampah (Mubarak dan Chayatin, 2009).

2. Jenis Sampah

Sedangkan jenis sampah, dikenal beberapa cara pembagian, ada yang membaginya atas dasar zat pembentuk, yaitu (Chandra, 2007):

- a. Sampah organik, misalnya sisa makanan, daun, sayur dan buah.
- b. Sampah anorganik, misalnya logam, pecah belah, abu, dan lain-lain.

Adapun yang membaginya atas dasar sifat, yaitu:

- a. Sampah yang mudah busuk.
- b. Sampah yang tidak mudah busuk.

- c. Sampah yang mudah terbakar.
 - d. Sampah yang tidak mudah terbakar.
3. Pengelolaan Sampah

Menurut Notoatmodjo (2003) cara-cara pengelolaan sampah antara lain:

- a. Pengumpulan dan pengangkutan sampah

Pengumpulan sampah menjadi tanggung jawab dari masing-masing rumah tangga atau institusi yang menghasilkan sampah. Oleh sebab itu, mereka harus membangun atau mengadakan tempat khusus untuk mengumpulkan sampah. Kemudian dari masing-masing tempat pengumpulan sampah tersebut diangkut ke tempat pembuangan sampah sementara (TPS) sampah, dan selanjutnya ke tempat penampungan akhir sampah (TPA).

- b. Pemusnahan dan pengolahan sampah

Pemusnahan dan atau pengolahan sampah padat ini dapat dilakukan melalui berbagai cara, antara lain :

- 1) Ditanam (landfill), yaitu pemusnahan sampah dengan membuat lubang di tanah kemudian sampah dimasukkan dan ditimbun dengan tanah.
- 2) Dibakar (inceneration), yaitu memusnahkan sampah dengan jalan membakar di dalam tungku pembakaran (incinerator).
- 3) Dijadikan pupuk (composting), yaitu pengolahan sampah menjadi pupuk (kompos), khususnya untuk sampah organik daun-daunan, sisa makanan, dan sampah lain yang dapat membusuk.

Pengelolaan sampah yang kurang baik akan menyediakan tempat bagi vektor-vektor penyakit yaitu serangga dan binatang pengerat untuk mencari makan dan berkembang biak dengan cepat sehingga dapat mengganggu kesehatan manusia.

F. Sarana Pembuangan Air Limbah

Beberapa aktivitas dalam rumah tangga menghasilkan limbah cair antara lain aktivitas mencuci pakaian, mencuci alat makan dan minum, memasak makanan dan minuman, mandi,

mengepel lantai, mencuci kendaraan, penggunaan toilet, dan lain sebagainya. Limbah cair yang dihasilkan disebut juga dengan limbah cair domestik. Air limbah yang melalui penyaluran, pengumpulan, dan pengolahan yang benar diharapkan tidak menimbulkan masalah pencemaran air permukaan, pencemaran sumber air minum, kehidupan akuatik, dan gangguan kesehatan manusia. Saluran pembuangan air limbah rumah tangga sebaiknya tidak dialirkan langsung ke sungai, namun diawali oleh sistem perpipaan yang menyalurkan ke saluran induk. Saluran pembuangan air limbah tersebut harus dalam keadaan tertutup agar terhindar dari masalah kebocoran dan bau, selain itu sebaiknya sistem perpipaan yang digunakan saluran pembuangan air limbah harus menggunakan bahan yang kuat dan mudah dipelihara serta diperbaiki (Suparmin, 2002).

1. Syarat Pembuangan Air Limbah

Sarana pembuangan air limbah yang sehat harus memenuhi persyaratan teknis sebagai berikut :

- a. Tidak mencemari sumber air bersih.
- b. Tidak menimbulkan genangan air yang menjadi sarang serangga/nyamuk.
- c. Tidak menimbulkan bau.
- d. Tidak menimbulkan becek, kelembaban dan pandangan yang tidak menyenangkan.

2. Dampak dari Pencemaran Limbah

Pengelolaan air buangan yang tidak baik akan berakibat buruk terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Beberapa akibatnya yaitu (Kusnoputranto, 2000):

a. Akibat Terhadap Lingkungan.

Air buangan limbah dapat menjadi sumber pengotoran, sehingga bila tidak dikelola dengan baik akan dapat menimbulkan pencemaran terhadap air permukaan, tanah atau lingkungan hidup dan terkadang dapat dapat menimbulkan bau serta pemandangan yang tidak menyenangkan.

b. Akibat Terhadap Kesehatan Masyarakat.

Lingkungan yang tidak sehat akibat tercemar air buangan dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan masyarakat. Air buangan dapat menjadi media tempat berkembangbiaknya mikroorganisme patogen, larva nyamuk ataupun serangga lainnya dan juga dapat menjadi media transmisi penyakit seperti cholera, thypus dan lainnya.

G. Sanitasi Makanan

1. Definisi Sanitasi Makanan

Makanan atau food didefinisikan sebagai sesuatu yang boleh dimakan oleh manusia atau hewan untuk membantu proses pertumbuhan dan membantu supaya kekal hidup. Makanan juga merupakan sumber energi satu-satunya bagi manusia.

Makanan yang baik penting untuk pertumbuhan maupun untuk mempertahankan kehidupan. Makanan memberikan energi dan bahan-bahan yang diperlukan untuk membangun dan mengganti jaringan, untuk bekerja, dan

memelihara pertahanan tubuh terhadap penyakit. Makanan juga bukan saja bermanfaat bagi manusia, tetapi makanan juga sangat baik untuk pertumbuhan mikroba yang patogen. Oleh karena itu, perlu dijagasanitasi makanan bagi mendapatkan keuntungan maksimum dari makanan (Slamet, 2004).

Sanitasi adalah upaya kesehatan dengan caramemelihara dan melindungi kebersihan lingkungan, misalnya penyediaan tempatsampah agar sampah tidak dibuang sebarangan. Sanitasi makanan adalah upaya untuk menjamin kualitas makanan dalam mencegah kontaminasi dan penyakit bawaan makanan. Pengelolaan makanan yang higienis ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Faktor lingkungan
 - 1) Bangunan dan lokasi.
 - 2) Peralatan dan perabotan kerja untuk proses pengelolaan.
 - 3) Fasilitas sanitasi.

- b. Faktor manusia
 - 1) Keadaan fisik tubuh dan pakaian yang dipakai.
 - 2) Pengetahuan yang dimiliki.
 - 3) Sikap atau pandangan hidup.
 - 4) Perilaku atau tindakan yang biasa.
- c. Faktor makanan
 - 1) Pemilihan bahan makanan.
 - 2) Pengelolaan makanan.
 - 3) Penyimpanan makanan jadi.
 - 4) Pengangkutan makanan.
 - 5) Penyajian makanan.

2. Prinsip Sanitasi Makanan

Sanitasi makanan dapat ditingkatkan melalui sejumlah tindakan umum. Tindakan umum yang terpenting dirumuskan oleh World Health Organization (WHO, 2006) sebagai kumpulan lima langkah dalam pengelolaan sanitasi makanan yaitu:

- a. Penggunaan bahan makanan mentah dan sumber air yang bersih.

Konsumen perlu mengetahui produk bahan mentah apa yang mempunyai resiko yang tinggi dalam menyebabkan penyakit bawaan makanan. Contoh bahan mentah adalah seperti ikan, daging dan telur mentah. Makanan ini perlulah dipilih dengan berhati-hati. Bahan makanan mentah ini bisa dinilai samada masih bisa digunakan atau tidak dengan cara melihat warna dan bau.

Warna tidak bisa dijadikan patokan dalam menentukan apakah bahan makanan mentah itu masih bisa digunakan atau tidak. Seeloknya dilihat dari tempoh berlaku suatu produk makanan itu. Jika tidak dapat menilai dengan benar dan masih diragui samada bahan makanan mentah ini masih bisa digunakan atau tidak, seeloknya bahan makanan ini dibuang bagi menghindar dari terjadinya kontaminasi. Sumber air yang baik juga mempengaruhi sanitasi suatu makanan. Oleh itu, sebaiknya air yang bersih digunakan sepanjang pengelolaan makanan.

b. Penjagaan makanan supaya sentiasa bersih.

Konsumen sebaiknya mempraktikkan perilaku mencuci tangan dengan sabun dan air terutama sebelum dan selepas mengelola makanan, sebelum dan selepas makan, dan juga sebelum dan selepas ke kamar mandi. Alat yang digunakan untuk memasak dan juga pengelolaan makanan sebaiknya dicuci juga bagi mengelakkan pertumbuhan mikroorganismes yang suka berkembang biak pada suhu kamar dan di tempat yang lembab.

c. Pengasingan makanan yang mentah dan yang sudah dimasak.

Alat yang digunakan untuk mengendalikan bahan makanan mentah juga sebaiknya diasingkan dari alat yang digunakan pada bahan makanan yang siap. Tujuan pengasingan ini adalah bagi mengelakkan makanan mentah yang terkontaminasi dari menular ke bahan makanan yang sudah siap dimasak.

d. Memasak dengan sempurna.

Memasak pada suhu dan jangka waktu yang betul bisa membunuh mikroorganisme yang terdapat pada suatu bahan makanan mentah. Jangka waktu dan suhu yang betul bervariasi tergantung pada tipe makanan.

e. Penyimpanan makanan di tempat yang selamat.

Mikroorganisme biasanya berkembang biak dengan cepat pada suhu 40°F-140°F. Suhu yang dingin hanya bisa melambatkan pertumbuhan mikroorganisme tapi tidak bisa membunuhnya. Maka dengan penyimpanan yang betul bisa mengurangkan resiko berlakunya penyakit bawaan makanan.

F. Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS)

1. Definisi Mencuci Tangan

Mencuci tangan adalah proses yang secara mekanis melepaskan kotoran dan debris dari kulit tangan dengan menggunakan sabun biasa dan air yang mengalir dan cuci tangan pakai sabun (CTPS) merupakan suatu kebiasaan membersihkan tangan dari kotoran dan berfungsi untuk

membunuh kuman penyebab penyakit yang merugikan kesehatan. Mencuci tangan yang baik membutuhkan peralatan seperti sabun, air mengalir yang bersih, dan handuk yang bersih (Wati, 2011).

Terdapat 2 teknik mencuci tangan yaitu mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir dan mencuci tangan dengan larutan yang berbahan dasar alkohol. Cuci tangan merupakan proses membuang kotoran dan debu secara mekanis dari kedua belah tangan dengan memakai sabun dan air yang bertujuan untuk mencegah kontaminasi silang (orang ke orang atau benda terkontaminasi ke orang) suatu penyakit atau perpindahan kuman (Ananto, 2006).

Perilaku mencuci tangan adalah salah satu tindakan sanitasi dengan cara membersihkan tangan dan jari-jemari dengan menggunakan air atau cairan lainnya yang bertujuan agar tangan menjadi bersih. Mencuci tangan yang baik dan benar adalah dengan menggunakan sabun karena dengan air saja terbukti tidak efektif (Danuwirahadi, 2010).

2. Indikasi Waktu Mencuci Tangan

Indikasi waktu untuk mencuci tangan menurut

Depkes RI (2013) adalah:

- a. Setiap kali tangan kita kotor (setelah memegang uang, binatang, berkebun, dll).
- b. Setelah BAB (buang air besar).
- c. Sebelum memegang makanan.
- d. Setelah bersin, batuk, membuang ingus.
- e. Setelah pulang dari bepergian.
- f. Setelah bermain.

3. Teknik Mencuci Tangan

Kegiatan mencuci tangan dengan sabun dan air yang mengalir dilakukan 40-60 detik. Langkah-langkah teknik mencuci tangan yang benar menurut anjuran WHO (2009) yaitu sebagai berikut:

- a. Pertama, basuh tangan dengan air bersih yang mengalir, ratakan sabun dengan kedua telapak tangan.
- b. Kedua, gosok punggung tangan dan sela-sela jari tangan kiri dan tangan kanan, begitu pula sebaliknya.

- c. Ketiga, gosok kedua telapak dan sela-sela jari tangan.
- d. Keempat, jari - jari sisi dalam kedua tangan saling mengunci.
- e. Kelima, gosok ibu jari kiri berputar dalam genggam tangan kanan dan lakukan sebaliknya.
- f. Keenam, gosokkan dengan memutar ujung jari-jari tangan kanan di telapak tangan kiri dan sebaliknya.
- g. Ketujuh, bilas kedua tangan dengan air yang mengalir dan keringkan.

BAB VII

**KONSEP DASAR KEPULAUAN DAN RISIKO KESEHATAN
LINGKUNGAN**

A. KONSEP DASAR PULAU-PULAU KECIL

Pulau-pulau kecil didefinisikan berdasarkan dua kriteria utama yaitu luasan pulau dan jumlah penduduk yang menghuninya. Definisi pulau-pulau kecil yang dianut secara nasional sesuai dengan Kep. Menteri Kelautan dan Perikanan No. 41/2000 adalah pulau yang berukuran kurang atau sama dengan 10.000 km², dengan jumlah penduduk kurang atau sama dengan 200.000 jiwa. Di samping kriteria utama tersebut, beberapa karakteristik pulau-pulau kecil adalah secara ekologis terpisah dari pulau induknya (mainland island), memiliki batas fisik yang jelas dan terpencil dari habitat pulau induk, sehingga bersifat insular; mempunyai sejumlah besar jenis endemik dan keanekaragaman yang tipikal dan bernilai tinggi, tidak mampu mempengaruhi hidroklimat, memiliki daerah tangkapan air (catchment area) relatif kecil sehingga sebagian besar aliran air permukaan dan sedimen masuk ke laut serta dari segi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat pulau-pulau kecil bersifat khas dibandingkan dengan pulau induknya.

Berdasarkan tipenya, pulau-pulau kecil dibedakan menjadi pulau benua, pulau vulkanik dan pulau karang. Masing-masing tipe pulau tersebut memiliki kondisi lingkungan biofisik yang khas, sehingga perlu menjadi pertimbangan dalam kajian dan penentuan pengelolaannya agar berkelanjutan. Hal ini akan berpengaruh pula terhadap pola permukiman yang berkembang di pulau-pulau kecil berdasarkan aktivitas yang sesuai dengan kondisi lingkungan biofisik tersebut. Misalnya tipologi pulau kecil lebih dominan ke arah pengembangan budidaya perikanan, maka kemungkinan besar pola permukiman yang berkembang adalah masyarakat nelayan (Siregar, 2012).

Kawasan pulau-pulau kecil memiliki potensi pembangunan yang cukup besar karena didukung oleh letaknya yang strategis dari aspek ekonomi, pertahanan dan keamanan serta adanya ekosistem khas tropis dengan produktivitas hayati tinggi yaitu terumbu karang (coral reef), padang lamun (seagrass), dan hutan bakau (mangrove). Ketiga ekosistem tersebut saling berinteraksi baik secara fisik, maupun dalam bentuk bahan organik terlarut, bahan organik partikel, migrasi fauna, dan aktivitas manusia (Siregar, 2012).

Pulau kecil mempunyai karakteristik geografis diantaranya letaknya yang relatif terisolasi dan dikelilingi oleh laut, serta karena belum adanya transportasi regular, yang memberikan rasio tinggi antara ruang laut dibandingkan dengan darat, wilayah ini

juga memiliki wilayah pertemuan darat dan laut yang luas sehingga meningkatkan kerapuhan ekosistem pesisir. Dominasi laut dan penggunaannya untuk pengiriman membuat wilayah-wilayah ini sangat rentan terhadap ancaman bahaya yang berhubungan dengan pelayaran internasional dan pembuangan limbah, demikian pula halnya terbatasnya wilayah daratan dibanding laut membuat pulau-pulau sangat rentan terhadap fenomena lingkungan global seperti kenaikan permukaan air laut.

Selain dihadapkan pada masalah karakteristik, pulau-pulau kecil memiliki peluang ekonomi yang terbatas khususnya ketika berbicara soal skala ekonomi (*economics of scale*). Agar kegiatan ekonomi di pulau-pulau kecil mendapatkan skalanya yang sesuai maka pengembangan sektor perdagangan menjadi diperlukan, walaupun tergantung pula kepada infrastruktur yang ada di pulau-pulau kecil tersebut. Adapun kegiatan ekonomi yang memungkinkan untuk dilakukan di pulau-pulau kecil adalah kegiatan ekonomi yang terspesialisasi sesuai dengan sumber daya yang tersedia.

B. PERMASALAHAN DI PULAU-PULAU KECIL

Sebagai pulau kecil yang memiliki kecirian khusus, pengelolaan pulau kecil memerlukan format yang sedikit berbeda dengan wilayah regional lain, khususnya yang ada di daratan. Pengembangan pulau-pulau kecil memiliki karakteristik khusus

karena pulau-pulau ini pada umumnya memiliki sumberdaya alam, aspek lingkungan, dan budaya yang khas. Beberapa karakteristik ekosistem pulau-pulau kecil yang dapat merupakan kendala bagi pembangunan adalah ukuran yang kecil dan terisolasi, sehingga penyediaan sarana dan prasarana menjadi sangat mahal, dan sumber daya manusia yang andal menjadi langka.

Mengingat sudut pandang risiko kesehatan lingkungan dan dalam konteks daerah penelitian, beberapa masalah lingkungan memiliki potensi risiko yang cukup besar terhadap kesehatan manusia dan relevan dengan daerah penelitian yang menjadi sorotan antara lain sebagai berikut :

1. Krisis air tawar

Jurnal Mimura et.all (2007), berpendapat bahwa sebagian besar pulau-pulau kecil yang mengalami keterbatasan sumber air tawar. Tekstur tanah yang memiliki porositas tinggi menyebabkan susah untuk memiliki air permukaan atau sungai dan sepenuhnya bergantung pada pengumpulan/penampungan air hujan dan air tanah hal tersebut banyak dijumpai di wilayah pulau atol dan pulau-pulau batu kapur.

Selain itu, pencemaran air tanah sering menjadi masalah besar, terutama di pulau-pulau dataran rendah. Rendahnya kualitas air ini dapat membawa penyakit bawaan air dan mempengaruhi kesehatan manusia. Dari data UNEP (2005) penyakit-penyakit bawaan air dan penyakit menular tropis

menyebarkan secara luas sebagai akibat dari kontaminasi pasokan air oleh kotoran manusia. Kepulauan Comoros, misalnya, mengalami epidemi kolera tahun 1975, 1998 dan 2001. Di Madagaskar, sekitar 25 % anak-anak dapat terpengaruh selama musim hujan. Ini secara langsung terkait dengan kualitas air dan kontaminasi oleh limbah.

Lapisan air dangkal yang ada pada pulau jenis atol dan penyediaan air bersih di wilayah pesisir pada pulau-pulau dataran tinggi dapat terkontaminasi secara permanen oleh air asin jika terlalu banyak air yang diambil dari sumur (UNEP, 1998). Ketika terjadi over-eksploitasi karena meningkatnya populasi dan aktivitas pariwisata, perkembangan industri atau pertanian akan mengakibatkan masalah serius bagi kualitas air di pulau kecil. Dalam kasus ini, keseimbangan air alami dapat berubah secara dramatis dan mengakibatkan efek-efek negatif.

2. Pembuangan limbah padat

Seiring pertumbuhan penduduk dan pariwisata, beberapa masalah lingkungan telah menjadi ancaman bagi pembangunan berkelanjutan di wilayah pulau-pulau kecil. Salah satunya adalah limbah padat yang bukan hanya masalah manajemen yang serius, tetapi juga masalah lingkungan dan ekologi yang serius. Semakin kecil pulau, semakin sulit masalah terkait pembuangan limbah padat. Pengumpulan dan pembuangan limbah cukup mahal dalam skala kecil, dua hal

yang sering terjadi antara lain limbah yang tidak dikumpulkan, atau pengelolaan lokasi pembuangan yang tidak tepat, mengakibatkan masalah-masalah kesehatan dan pencemaran.

Sebuah buku yang berjudul UNEP dan negara-negara berkembang berbasis Pulau Kecil: 1994-2004, menunjukkan bahwa masalah sampah dan pembuangan sampah adalah bagian dari krisis limbah yang lebih luas dan memperkirakan bahwa sejak awal 1990-an tingkat limbah plastik di pulau kecil yang sedang berkembang, telah meningkat lima kali lipat. Sebagai contoh, 90% dari air limbah dibuang tanpa diolah terlebih dahulu dari pulau-pulau di Karibia. Di bagian utara-timur Pasifik, tingkat limbah yang tidak diolah sekitar 98%.

Wilayah pulau-pulau kecil dengan segala spesifikasinya, seperti ukurannya yang kecil dengan invansi populasi dan pariwisata, menciptakan beberapa tantangan khusus dalam menghadapi masalah dalam menangani pengumpulan, pengolahan, transfer teknologi, dan pembuangan limbah padat yang dihasilkan dari kegiatan domestik dan industri.

3. Sanitasi

Sanitasi, menurut kamus bahasa Indonesia diartikan sebagai pemelihara kesehatan. Menurut WHO, sanitasi adalah upaya pengendalian semua faktor lingkungan fisik manusia, yang mungkin menimbulkan atau dapat menimbulkan hal-hal yang merugikan, bagi perkembangan fisik, kesehatan, dan daya

tahan hidup manusia. Masalah sanitasi yang lebih kompleks pada permukiman kumuh yang padat di biasanya berada di daerah dataran rendah seperti sungai, wilayah pesisir dan rawa dibandingkan masyarakat di wilayah jarang penduduk di daerah pedesaan (Navarro, 2011).

Sanitasi yang buruk, terutama di daerah padat penduduk, berarti paparan lingkungan yang tidak menyenangkan dan risiko penyebaran penyakit menular melalui: kontak dengan air, masuk ke dalam rantai makanan dan tempat berkembang biak bagi serangga. Kurangnya sanitasi juga dapat mengancam keseimbangan ekologi lingkungan ketika spesies lain datang ke dalam kontak dengan air yang terkontaminasi (UNESCO, 2008).

Di pulau-pulau kecil yang sensitif secara ekologis, sanitasi dan pembuangan limbah yang aman terkait erat dengan masalah pasokan air. Seiring peningkatan populasi, begitu juga masalah pasokan air dan pembuangan limbah, jika pasokan air tawar terbatas, terutama pada pulau karang (coral), tidak boleh samasekali terkontaminasi (Navarro, 2011).

Kurangnya sarana sanitasi untuk membuang limbah manusia, menghasilkan probabilitas tinggi bahwa penduduk masyarakat pesisir rentan terhadap infeksi feca-oral yang ditularkan melalui konsumsi makanan dan minuman yang tercemar. Mikro-organisme yang menyebabkan infeksi ini

ditemukan dalam tinja orang yang terinfeksi atau hewan dari buang air besar di tempat terbuka oleh ternak atau orang-orang yang tidak memiliki toilet.

4. Ketersediaan pangan

Pulau-pulau kecil secara tradisional bergantung pada subsistem dan tanaman untuk kelangsungan hidup dan perkembangan ekonomi. Lokal produksi pangan sangat penting untuk pulau-pulau kecil, bahkan orang-orang dengan lahan yang sangat terbatas. Masyarakat kepulauan sangat tergantung pada laut dan sumber daya hayati untuk keberadaan mereka. Karena peluang untuk pengembangan berbasis lahan terbatas, laut dan sektor perikanan memainkan peran penting dalam kehidupan dan ekonomi seluruh masyarakat pulau. Ketergantungan ekologi dari ekonomi pulau kecil dan masyarakatnya juga menjadi persoalan.

Masyarakat pulau kecil di Indonesia sangat bergantung pada kegiatan perikanan dan transportasi perdagangan antar pulau. Sebagian besar kebutuhan dasar mereka terutama untuk makanan dipasok dari pulau lain, terutama mereka dengan daerah yang sangat kecil dan keterbatasan lahan untuk pertanian. Akibat kondisi cuaca buruk seperti angin kencang dan kondisi gelombang tinggi, aktivitas perikanan dan perdagangan di pulau-pulau kecil terganggu. Nelayan berhenti menangkap ikan serta pasokan dari pulau lain juga terhenti.

Sebuah catatan dari Departemen Kelautan dan Perikanan menunjukkan kerugian ekonomi yang dialami oleh nelayan karena cuaca buruk ini selama Desember 2007 mencapai hingga 90 milyar Rupiah (Suhana, 2008). Kepulauan Seribu dan Karimunjawa, misalnya yang bergantung pada cuaca dan pasokan sembako dari Pulau Jawa.

Situasi seperti itu sering terjadi dan dialami oleh penduduk pulau tidak hanya di dua pulau, tetapi juga di banyak pulau kecil lainnya di Indonesia. Di pulau-pulau Tanimbar, di provinsi Maluku Tenggara Barat, misalnya selama kondisi cuaca buruk pada akhir Desember 2007, pasokan kebutuhan dasar dihentikan, pulau-pulau ini, yang sangat tergantung pada pasokan dari Surabaya (Jawa Timur), mengalami kelangkaan makanan dan kenaikan harga barang karena permintaan yang tinggi (Suhana, 2008). Situasi ini bisa membawa krisis pangan dan menyebabkan kerawanan pangan.

Ketahanan pangan wilayah Wakatobi sebagian besar bergantung pada pengelolaan berkelanjutan ekosistem terumbu karang dan perikanan laut. Ikan secara tradisional dimakan di setiap kali makan oleh karena itu merupakan sumber utama protein bagi masyarakat setempat. Peningkatan jumlah penduduk dan tingkat kemiskinan meningkatkan kekhawatiran nyata bagi kesehatan ekosistem dan status jangka panjang perikanan. Penyediaan sumber protein yang dikelola secara

aman dan dapat diterima secara budaya dan menunjang pembangunan lingkungan yang berkelanjutan dipandang oleh banyak orang sebagai prioritas di tingkat lokal.

Dampak kesehatan dari kerawanan pangan seperti diungkapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia sangat signifikan dan ini termasuk peningkatan malnutrisi, angka kematian dan kesakitan anak dan ibu, serta penyakit menular. Selain itu, hal ini dapat menyebabkan kemungkinan peningkatan penurunan berat badan di antara anak-anak, serta anemia dan defisiensi mikronutrien dan kondisi lain, khususnya di kalangan perempuan dan anak-anak. Konsekuensi lebih lanjut mungkin ketidakmampuan bagi masyarakat yang kurang mampu untuk membeli makanan sehat, memaksa mereka untuk membeli produk-produk berkualitas rendah, yang dapat berdampak negatif akan mengubah pola diet, dan meningkatkan beban penyakit tidak menular (WHO, 2008).

5. Tekanan-tekanan lainnya

Interaksi manusia dengan lingkungan telah menyebabkan kontak antara kuman dengan manusia. Sering terjadi kuman yang tinggal ditubuh host kemudian berpindah kemanusia karena manusia tidak mampu menjaga kebersihan lingkungannya. Hal ini tercermin dari tingginya kejadian penyakit berbasis lingkungan yang masih merupakan masalah kesehatan terbesar masyarakat Indonesia. Beberapa penyakit

yang timbul akibat kondisi lingkungan yang buruk seperti ISPA, diare, DBD, Malaria dan penyakit kulit.

Penyakit lain yang mungkin terkait dengan cuaca adalah kolera. Di Pasifik Selatan misalnya, kolera tidak endemik di wilayah ini, namun ada beberapa bukti bahwa naiknya suhu permukaan laut dapat meningkatkan risiko kolera menyebar jauh melampaui daerah endemik (WHO, 2013). Kondisi kekeringan dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi patogen dalam air permukaan dan meningkatkan morbiditas dan mortalitas dari kombinasi diare dan dehidrasi (WHO, 2013).

C. KONSEP DASAR TERKAIT RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN

Di bidang ilmu kesehatan masyarakat, istilah risiko umumnya digambarkan sebagai potensi bahaya terhadap kesehatan manusia atau terhadap lingkungan. Oleh sebab itu, dapat dikatakan, bahwa risiko hanya akan ada jika sekurang-kurangnya pada dua situasi yakni pada waktu dan tempat yang sama. Risiko disini ditentukan apakah situasi tersebut memiliki potensi untuk menyebabkan efek yang membahayakan dan situasi atau substansi paparan yang membahayakan (Robson dan Ellerbusch, 2007).

Sebagian besar definisi dari risiko mengandung elemen-elemen atau konsep-konsep bahaya, paparan, dan mudah terkena luka (rapuh/sensitif). Presiden/Komisi Kongres Pengelolaan Risiko

dan Penilaian Risiko (1997) memberikan definisi umum mengenai risiko sebagai kemungkinan akan situasi yang akan memproduksi bahaya pada situasi-situasi tertentu.

Risiko merupakan perkiraan kemungkinan terjadinya konsekuensi kepada manusia atau lingkungan. Risiko yang terjadi kepada manusia disebut sebagai risiko kesehatan, sedangkan risiko yang terjadi kepada lingkungan disebut sebagai risiko ekologi.

Penilaian risiko dapat membandingkan hasil identifikasi dan penilaian dari besarnya akibat dan kemungkinan dari hasil. Tambahan dari dilakukannya evaluasi resiko menyempurnakan proses dari penilaian risiko.

Penilaian risiko merupakan proses memperkirakan potensi dampak dari kimia, fisik, mikrobiologi atau bahaya psikososial pada populasi manusia tertentu atau sistem ekologi di bawah sekumpulan kondisi yang spesifik dan untuk jangka waktu tertentu. Ruang lingkup risiko kesehatan lingkungan (EHRA) dapat menutupi dampak kesehatan dari:

1. Polutan kimia dan kontaminan di udara, air, tanah dan makanan
2. Mikrobiologi patogen kontaminan dalam makanan dan air
3. Sumber radiasi
4. Medan elektromagnetik (EMFs)
5. Perubahan iklim dan iklim (*enhealth*, 2012)

EHRA (*Environmental Health Risk Assessment*) atau Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan adalah studi yang

bertujuan untuk memahami kondisi fasilitas sanitasi dan perilaku-perilaku yang memiliki risiko pada kesehatan warga. Fasilitas sanitasi yang diteliti mencakup, sumber air minum, layanan pembuangan sampah, jamban, dan saluran pembuangan air limbah. Sementara, perilaku yang dipelajari adalah yang terkait dengan higienitas dan sanitasi, antara lain, cuci tangan pakai sabun, buang air besar, pembuangan kotoran anak, dan pemilahan sampah rumah tangga.

The European Chemical Industry Council (2007), mendefenisikan istilah yang sama terkait dengan istilah risiko sebagai berikut: bahaya adalah kondisi dimana suatu objek atau situasi dapat menyebabkan kerusakan. Bahaya sebenarnya akan terjadi ketika suatu objek atau situasi memiliki kemampuan untuk menyebabkan efek buruk.

Paparan adalah sejauh mana penerima kemungkinan bahaya akan terkena atau dapat dipengaruhi oleh bahaya tersebut. Sehingga kehadiran target potensial dan jarak dari bahaya akan menentukan tingkat risiko. Misalnya, kebakaran atau ledakan dapat menyebabkan kerusakan terhadap bangunan yang dekat dengan tempat kejadian, tetapi tidak akan merugikan orang jika tidak ada orang yang hadir pada saat kejadian tersebut berlangsung. Sehingga defenisi risiko diartikan sebagai kesempatan yang merugikan atau efek berbahaya yang akan benar-benar terjadi, akan tetapi risiko

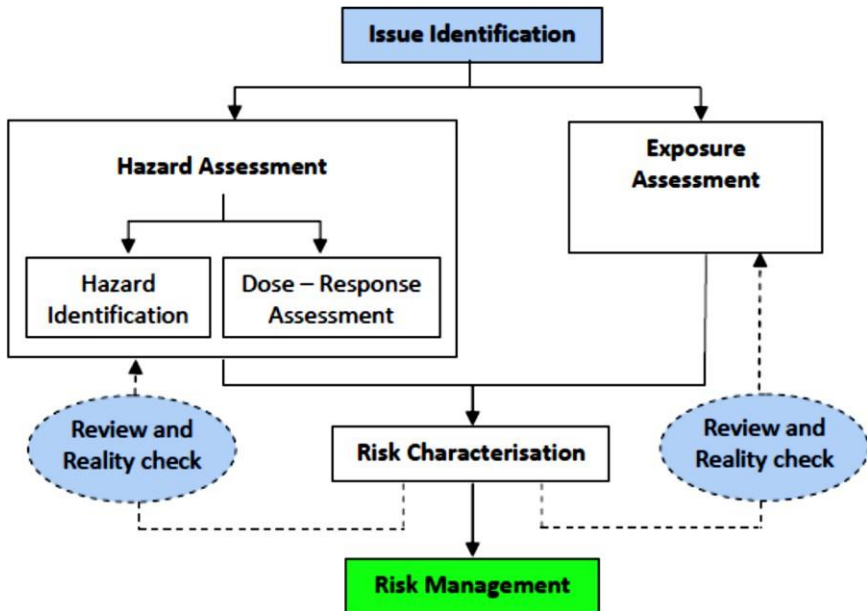
dapat diabaikan dan diperkecil ataupun risiko bisa tinggi bergantung pada faktor yang mempengaruhinya.

Istilah lain yang penting untuk membedakan risiko adalah kata "kerentanan". Orang dan sumber daya yang berada dalam area risiko bisa dianggap rentan dan tidak rentan terhadap dampak bahaya (*National Oceanic & Atmospheric Administration/NOAA*, 2008). Oleh karena itu, definisi tentang risiko memiliki unsur subjektivitas, tergantung pada sifat risiko itu sendiri. Chicken & Posner (1998) mengatakan bahwa semua definisi risiko itu benar namun, dua hal yang menjadi inti dari risiko adalah risiko ada karena ada bahaya (*hazard*) dan peluang terjadinya bahaya (*exposure*).

$$\text{Risk} = \text{Hazard} \times \text{Exposure}$$

Di bidang ilmu kesehatan masyarakat, istilah risiko umumnya digambarkan sebagai potensi bahaya terhadap kesehatan manusia atau terhadap lingkungan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa risiko hanya akan ada jika setidaknya ada dua situasi berlangsung pada waktu yang sama, yaitu adanya bahaya yang ditentukan oleh suatu zat atau situasi tertentu yang memiliki potensi untuk menimbulkan efek berbahaya dan paparan substansi atau situasi berbahaya. Hal ini sejalan dengan dengan teori Robson & Ellerbush (2007) yang mendefinisikan risiko sebagai fungsi dari bahaya dan paparan atau peluang.

The enHealth Australia (2006) menggunakan model penilaian risiko yang melibatkan lima tahapan, yang mengikuti/mengulang variasi model-model yang sebagian besar di adaptasi dari model *the National Academy of Sciences*.



Gambar 7.1

The Australian Model of Risk Assessment (enHealth, 2006)

1. Identifikasi isu (*Issue identification*)

Tahap awal dari model ini adalah pentingnya proses identifikasi (pengenalan), sebab dari pentingnya identifikasi, membenaran mengapa hal tersebut penting menjadi isu, bagaimana hal tersebut diidentifikasi dan diangkat, dan apakah

isu tersebut dapat dipertanggungjawabkan. Tahapan ini membangun konteks dan pemahaman ke penilaian risiko.

Identifikasi isu membandingkan beberapa fase: pertama, identifikasi isu kesehatan lingkungan atau isu individu dan menentukan apakah bahaya-bahaya tersebut dapat dipertanggungjawabkan sebagai penilaian risiko. Kedua, menempatkan bahaya-bahaya tersebut kepada konteks kesehatan lingkungan, yang melibatkan tahap klarifikasi dan prioritas dari masalah-masalah dan bahaya-bahaya. Tahapan selanjutnya adalah mengidentifikasi potensial interaksi antara agen-agen, dan tahapan terakhir menegaskan dengan jelas mengapa penilaian risiko dibutuhkan dan jangkauan serta objektifitas dari penilaian risiko.

2. Identifikasi bahaya (*Hazard identification*)

Langkah selanjutnya dalam penilaian risiko adalah mengidentifikasi bahaya. Bahaya dalam kesehatan lingkungan dapat diklasifikasikan dalam bentuk yang berbeda-beda. Bahaya dapat dikategorikan dalam beberapa bagian yaitu:

- a. Bahaya-bahaya biologis (termasuk : bakteri, virus, parasit, dan organisme pathogen lainnya).
- b. Bahaya-bahaya kimiawi (seperti : logam beracun/toksik metal, polusi udara, larutan berbahaya dan pestisida)

- c. Bahaya-bahaya fisika (contohnya : radiasi, temperature, dan keributan)
- d. Bahaya-bahaya yang berhubungan dengan mesin (termasuk : kendaraan bermotor, olahraga, pertanian, dan bahaya kecelakaan di tempat kerja)
- e. Bahaya-bahaya psikologis (seperti : stress, gaya hidup yang kacau, perilaku hidup tidak sehat (*non hygiene*), diskriminasi, dan efek dari perubahan sosial.

Penggambaran risiko adalah langkah akhir dalam proses penilaian mengenai paparan untuk menjelaskan alam, luas dan tingkat keparahan dari efek yang merugikan terhadap kesehatan serta memberikan evaluasi akan kualitas keseluruhan dari pemeriksaan dan perkiraan besar/tingkat resiko (enhealth, 2006).

Klasifikasi lain dari bahaya kesehatan lingkungan oleh Briggs (2000) berdasarkan dari sumber dan efek kesehatan kesehatan lingkungan.

Tabel 7.1 Klasifikasi Bahaya Kesehatan Lingkungan

Kategori	Contoh-Contoh Bahaya	Risiko Kesehatan
Bahaya-bahaya terkait dengan air	Polusi Air Permukaan	Diare dan penyakit gastro-intestinal, tetapi dapat juga mengandung racun kimia
	Kontaminasi Air Minum	Penyakit gastro-intestinal dan penyakit saluran kencing.
Bahaya makanan	Kontaminasi Biologi	Penyebaran penyakit sistem pencernaan.
	Kontaminasi Kimia	Penyakit pencernaan dan saluran kencing
Bahaya vektor	Vektor yang berhubungan dengan air	Penyakit infeksi dan penyakit akibat parasit
	Vektor yang berhubungan dengan binatang	Penyakit infeksi dan penyakit akibat parasit
Bahaya Rumah Tangga	Sanitasi	Infeksi dan penyakit akibat parasit, penyakit sistem pencernaan dan saluran kencing
	Pengelolaan Sampah	Infeksi dan penyakit akibat parasit, penyakit sistem pencernaan dan saluran kencing

Sumber : (Briggs, 2000)

D. Konsep Dasar Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan

EHRA (*Environmental Health Risk Assessment*) atau Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan adalah studi yang bertujuan untuk memahami kondisi fasilitas sanitasi dan perilaku-perilaku yang memiliki risiko pada kesehatan warga. Fasilitas

sanitasi yang diteliti mencakup, sumber air minum, layanan pembuangan sampah, jamban, dan saluran pembuangan air limbah. Sementara, perilaku yang dipelajari adalah yang terkait dengan higienitas dan sanitasi, antara lain, cuci tangan pakai sabun, buang air besar, dan pemilahan sampah rumah tangga. Masalah kesehatan lingkungan di Indonesia yang merupakan negara yang sedang berkembang berkisar pada sanitasi (jamban), penyediaan air bersih, perumahan, pembuangan sampah, dan pembuangan air limbah.

Menurut WHO definisi sanitasi lingkungan (*Environmental sanitation*) adalah sebagai ilmu atau keterampilan yang memusatkan perhatiannya pada usaha pengendalian semua faktor yang ada pada lingkungan fisik manusia yang diperkirakan menimbulkan atau akan menimbulkan hal-hal yang merugikan perkembangan fisik kesehatan ataupun kelangsungan hidupnya (Nurhaedah, 2006). Sedangkan menurut Daud (2007), sanitasi lingkungan adalah usaha mengendalikan dari semua faktor-faktor fisik manusia yang mungkin menimbulkan hal-hal yang merugikan bagi perkembangan fisik kesehatan dan daya tahan hidup manusia. Dari pengertian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sanitasi lingkungan lebih mngutamakan pencegahan terhadap berbagai faktor lingkungan, sehingga munculnya penyakit dapat dihindari. Dengan kata lain merupakan suatu usaha untuk menurunkan bibit penyakit yang terdapat dalam lingkungan fisik

manusia sedemikian rupa sehingga derajat kesehatan dapat terpelihara dengan sempurna.

Teori HL Blum mengatakan bahwa kesehatan lingkungan faktor dominan yang paling berpengaruh terhadap status kesehatan masyarakat, karena kedua komponen tersebut paling memungkinkan untuk diintervensi, sehingga telah menjadi kiblat tindakan promotif dan preventif pada mayoritas masalah penyakit dan masalah kesehatan (Isma, 2011). Sanitasi lingkungan mempunyai ruang lingkup seperti sumber air bersih, jamban saniter, persampahan, saluran pembuangan air limbah (SPAL). Selain dari lingkungan, faktor perilaku, pelayanan kesehatan masyarakat dan hereditas juga sangat menentukan derajat kesehatan dari masyarakat itu sendiri.

Ruang lingkup sanitasi lingkungan yaitu sebagai berikut :

1. Sumber Air Bersih

Di pulau-pulau kecil kelangkaan air bersih merupakan masalah yang belum teratasi. Lataknya yang jauh dari kota dan terisolasi karena belum adanya transportasi regular ke pulau kecil membuat masyarakat di pulau sangat rentan dengan masalah kekurangan air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih maka masyarakat pulau kecil membuat sumur gali, yang menjadi persolan dari sumur gali di pulau-pulau kecil adalah kualitas air yang tidak memenuhi syarat, misalnya jika pasang maka air sumur gali akan menjadi air payau. Hal itu jika terus

menurus dibiarkan akan menjadi masalah kesehatan dan akan mempengaruhi jumlah konsumsi air minum masyarakat di pulau-pulau kecil khususnya yang terpencil.

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan, juga manusia selama hidupnya selalu memerlukan air. Ketersediaan air di pulau-pulau kecil berbeda kondisinya dengan yang di daratan atau kota. Dengan demikian semakin naik jumlah penduduk dan laju pertumbuhannya semakin naik pula laju pemanfaatan sumber-sumber air. Untuk dapat memenuhi kebutuhan hidup masyarakat yang semakin meningkat diperlukan industrialisasi yang dengan sendirinya akan meningkatkan lagi aktivitas penduduk serta beban penggunaan sumber daya air. Beban pengotoran air juga akan bertambah cepat sesuai dengan cepatnya pertumbuhan.

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 150-200 liter. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan dan kebiasaan masyarakat. Banyak dari masyarakat di pulau-pulau kecil yang kebutuhan air minumnya setiap hari tidak memenuhi syarat yaitu berkisar 150-200 liter. Penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit dimasyarakat khususnya di pulau-pulau kecil.

Penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan menyebar secara langsung maupun tidak langsung melalui air. Penyakit yang ditularkan melalui air disebut sebagai *waterborne disease* atau *water-related disease*. Berdasarkan cara penularannya, mekanisme penularan penyakit terbagi menjadi empat, yaitu :

- a. *Waterborne mechanism*, didalam mekanisme ini, kuman patogen dalam air yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia ditularkan kepada manusia melalui mulut atau sistem pencernaan.
- b. *Waterwashed mechanism*, mekanisme penularan semacam ini berkaitan dengan kebersihan umum dan perseorangan. Pada mekanisme ini terdapat tiga cara penularan, yaitu : infeksi melalui alat pencernaan, infeksi melalui kulit dan mata dan penularan melalui binatang pengerat.
- c. *Water-based mechanism*, penyakit yang ditularkan dengan mekanisme ini memiliki agen penyebab yang menjalani sebagian siklus hidupnya didalam tubuh vektor atau sebagai intermediate host yang hidup didalam air.
- d. *Water-related insect vector mechanism*, agen penyakit ditularkan melalui gigitan serangga yang berkembang biak didalam air.

Menurut Permenkes RI No 416/Menkes/IX/1991 bahwa air bersih yang memenuhi syarat kesehatan adalah sebagai berikut (Isma, 2011) :

- a. Syarat kualitas terdiri atas :
 - 1) Syarat fisik : bersih, jernih, tidak berasa, tidak berbau, dan tidak berwarna.
 - 2) Syarat kimia : tidak mengandung zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan seperti racun, serta tidak mengandung mineral dan zat organik yang jumlahnya melebihi ambang batas.
 - 3) Syarat biologis : tidak mengandung organisme patogen.
 - 4) Syarat radioaktif : bebas dari sinar alfa dan sinar beta.
- b. Syarat kuantitas, yaitu pada daerah pedesaan untuk hidup secara sehat cukup dengan memperoleh 60 liter/hari/orang, sedangkan daerah perkotaan 100-150 liter/hari/orang.

Konstruksi fasilitas air bersih di pulau-pulau kecil juga masih menjadi masalah. Rata-rata sumber air bersih di pulau-pulau kecil yaitu menggunakan sumur gali yang pada keadaan tertentu akan berubah rasa atau menjadi payau. Konstruksi fasilitas air bersih yang tidak memenuhi syarat yang banyak terjadi di pulau-pulau kecil seperti sumur gali yang tidak memiliki penutup dan tidak memiliki dinding sumur. Tekstur tanah di pulau-pulau kecil yang berbeda dengan tekstur tanah

pada umumnya membuat kerentanan atau peluang tercemarnya sumber air bersih sangat besar.

2. Fasilitas Jamban Yang Sehat

Ekskreta manusia yang terdiri atas feses dan urine merupakan hasil akhir dari proses yang berlangsung dalam tubuh manusia yang menyebabkan pemisahan dan pembuangan zat-zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh. Zat-zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh tersebut berbentuk tinja dan air seni (*enheath*, 2012).

Dengan bertambahnya penduduk yang tidak sebanding dengan area pemukiman, masalah pembuangan kotoran manusia meningkat. Dilihat dari segi kesehatan masyarakat, masalah pembuangan kotoran manusia merupakan masalah yang pokok untuk sedini mungkin diatasi. Karena kotoran manusia (feses) adalah sumber penyebaran penyakit yang multikompleks (ISSDP, 2011).

Pengelolaan pembuangan tinja pada manusia bertujuan untuk mencegah sekurang-kurangnya mengurangi kontaminasi tinja terhadap lingkungan. Pembuangan kotoran harus disuatu tempat tertentu atau jamban yang sehat. Jamban yang memenuhi syarat kesehatan menurut Ehler dan Steel :

- a. Tidak mengotori tanah permukaan.
- b. Tidak mengotori air permukaan.
- c. Tidak mengontaminasi air dalam tanah.
- d. Kotoran tidak terbuka sehingga lalat dapat bertelur atau perkembangbiakan vektor penyakit lainnya.
- e. Kakus harus terlindungi dari penglihatan orang lain.
- f. Pembuatannya mudah dan murah.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam untuk jamban sehat yaitu :

- a. Sebaiknya jamban tersebut tertutup, artinya bangunan jamban terlindung dari panas dan hujan, serangga dan binatang-binatang lainnya, terlindung dari pandangan orang (*privacy*) dan sebagainya.
- b. Bangunan jamban sebaiknya mempunyai lantai yang kuat, tempat berpijak yang kuat dan sebagainya.
- c. Bangunan jamban sedapat mungkin ditempatkan pada lokasi yang tidak mengganggu pandangan, tidak menimbulkan bau, dan sebagainya.
- d. Sedapat mungkin disediakan alat pembersih seperti air atau kertas pembersih.

Praktik BABS (buang air besar sembarangan) di tempat yang tidak aman adalah salah satu faktor risiko bagi turunnya status kesehatan masyarakat. Selain mencemari tanah (*field*), praktik semacam itu dapat mencemari sumber air minum warga.

Yang dimaksud dengan tempat yang tidak aman bukan hanya tempat BABS di ruang terbuka, seperti di sungai/kali/got/kebun/laut, tetapi juga penggunaan sarana jamban di rumah yang mungkin dianggap nyaman, namun sarana penampungan dan pengolahan tinjanya tidak memadai, misalnya yang tidak kedap air dan berjarak terlalu dekat dengan sumber air minum (ISSDP, 2011).

Penampungan tinja di pulau-pulau kecil juga masih menjadi masalah. Banyaknya paradikma di masyarakat yang menyatakan bahwa penampungan tinja yang bagus adalah ketika penampungan tersebut tidak pernah penuh. Jika dianalisis penampungan yang tidak pernah penuh menunjukkan adanya kebocoran pada penampungan tinja tersebut. Penampungan tinja yang tidak baik akan menimbulkan permasalahan kesehatan lingkungan yang berujung pada kesehatan masyarakat, seperti akan mencemari tanah dan sumber air bersih.

Porositas yang tinggi di daerah pulau membuat tanah tidak maksimal untuk menampung air. Jika di daerah yang normal jarak antara penampungan tinja dan sumber air ± 10 meter, maka hal itu berbeda dengan yang berada di daerah pesisir atau di pulau. Jarak antara penampungan tinja dan sumber air bias mencapai 2 kali lipat dari keadaan normal atau lebih dari 10 meter.

3. Tempat Sampah Rumah Tangga dan Pengolahan Sampah

Sampah adalah sesuatu bahan atau benda padat yang sudah tidak dipakai lagi oleh manusia, atau benda padat yang sudah digunakan lagi dalam suatu kegiatan manusia dan dibuang. Para ahli kesehatan masyarakat membuat batasan sampah (*waste*) adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (ISSDP, 2011).

Sampah erat kaitannya dengan kesehatan masyarakat, karena dari sampah tersebut akan hidup berbagai mikroorganisme penyebab penyakit (*bacteri pathogen*), dan juga binatang serangga sebagai pemindah/penyebarkan penyakit (Notoatmodjo, 2002). Di banyak Kabupaten di Indonesia, penanganan sampah merupakan masalah yang memprihatinkan. Dalam banyak kasus, beban sampah yang diproduksi rumah tangga ternyata tidak bisa ditangani oleh sistem persampahan yang ada. Untuk mengurangi beban di tingkat Kabupaten, banyak pihak mulai melihat pentingnya pengelolaan/pengolahan di tingkat rumah tangga, yakni dengan pemilahan sampah dan pemanfaatan atau penggunaan ulang sampah, misalnya sebagai bahan untuk kompos. Sampah yang dihasilkan oleh manusia ataupun alam harus dikelola dengan baik, antara lain sebagai berikut :

a. Penyimpanan sampah (*storage*)

Untuk tempat sampah ditiap-tiap rumah isinya cukup satu meter kubik. Tempat sampah janganlah ditempatkan di dalam rumah atau di pojok dapur, karena akan menjadi tempat berkembangbiaknya vektor. Tempat sampah sebaiknya :

- 1) Terbuat dari bahan yang mudah dibersihkan dan tidak mudah rusak.
- 2) Harus ditutup rapat sehingga tidak menarik serangga atau binatang-binatang seperti tikus, lalat, kucing dll.
- 3) Ditempatkan diluar rumah, bila pengumpulannya dilakukan oleh pemerintah, menempatkan tempat sampah sedemikian rupa sehingga karyawan pengumpul sampah mudah mencapainya.

b. Pemusnahan dan pengolahan sampah

Pemusnahan dan pengolahan sampah dilakukan dengan cara:

1) Ditanam (*landfill*)

Yaitu pemusnahan sampah dengan membuat lubang ditanah kemudian sampah dimasukkan dan ditimbun dengan tanah.

2) Dibakar (*inceneration*)

Yaitu pemusnahan sampah dengan membakar didalam tungku pembakaran atau dibakar secara langsung diatas permukaan tanah.

3) Dijadikan pupuk (*composting*)

Yaitu pengolahan sampah menjadi pupuk, khususnya untuk sampah organik seperti daun-daunan, sisa makanan, dan sampah lain yang dapat membusuk.

Praktek pengolahan sampah rumah tangga di pulau sering kali masih tidak berbasis kesehatan lingkungan. Masih banyaknya masyarakat di pulau yang membuang sampahnya di laut tanpa memperhatikan kehidupan ekosistem laut. Karena tidak adanya sistem pengangkutan sampah maka rata-rata masyarakat pulau kecil membuang sampah di halaman, di laut, di lubang sampah tetapi tidak melakukan pengolahan selanjutnya dan ada juga yang membakarnya. Sehingga kebiasaan membuang sampah masyarakat di pulau-pulau kecil juga menimbulkan pencemaran tanah dan air.

4. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) Rumah Tangga

Saluran air merupakan salah satu objek yang diperhatikan EHRA karena saluran yang tidak memadai berisiko memunculkan berbagai penyakit, termasuk polio yang sempat merebak kembali di satu Kabupaten di Indonesia beberapa tahun lalu. EHRA (*Environmental Health Risk*

Assessment) mengamati keberadaan saluran air di sekitar rumah terpilih. Saluran yang dimaksud adalah saluran yang digunakan untuk membuang air bekas penggunaan rumah tangga (*grey water*), seperti air dapur (bekas cuci piring/bahan makanan), air cuci pakaian maupun air bekas mandi. Seperti kebanyakan terjadi di Kabupaten-Kabupaten di Indonesia, saluran *grey water* dapat pula berfungsi menjadi saluran bagi pengaliran air hujan (*drainage*) (ISSDP, 2011)

Air limbah adalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, industri ataupun tempat-tempat umum lainnya yang biasanya mengandung bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan. Sumber serta macam air limbah dapat dipengaruhi oleh tingkat kehidupan masyarakat. Semakin tinggi tingkat ekonomi masyarakat beragam pula air limbah yang dihasilkan (Daud, 2007).

Pernyataan lain mengatakan bahwa air limbah adalah kombinasi dari cairan dan sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri, bersama-sama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan (Kusnoputranto, 1985 dalam Notoatmodjo, 2002). Pengertian tersebut maka pada umumnya air limbah mencakup komposisi serta dari mana air limbah itu berasal secara umum dapat dikemukakan bahwa air limbah yakni air buangan yang berasal

dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya yang tercampur dengan air hujan, air permukaan dan air tanah yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem.

Saluran pembuangan air limbah adalah suatu bangunan yang digunakan untuk membuang air buangan dari kamar mandi, tempat cucian, dapur dan lain-lain yang bukan berasal dari jamban (Ditjen PPM & PLP, 1996 dalam Isma, 2011). Ada berbagai macam jenis saluran pembuangan air limbah jika ditinjau dari jenis materialnya yaitu dari bambu, kayu, drum, beton, dan koral.

Syarat yang harus dipenuhi untuk sarana pembuangan air limbah sehat sebagai berikut (Isma, 2011) : tidak mencemari sumber air, tidak menimbulkan genangan air yang dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk, tidak menimbulkan bau, tidak menimbulkan air tergenang/becek yang dapat mengganggu kenyamanan.

5. Cuci Tangan Pakai Sabun

Sekitar 40.000 anak Indonesia meninggal setiap tahun akibat diare (Unicef, 2002; dikutip dari *facts sheet* ISSDP, 2011). Bukan hanya itu, diare juga ikut menyumbang pada angka kematian balita yang disebabkan faktor gizi buruk. Dalam studi global disimpulkan bahwa dari 3,6 juta kematian akibat gizi buruk, sekitar 23% ternyata disebabkan oleh diare (Fishman, dkk., 2004). Diare sebetulnya dapat dicegah dengan

cara yang mudah. Sekitar 42-47% risiko terkena diare dapat dicegah bila orang dewasa, khususnya pengasuh anak mencuci tangan pakai sabun pada waktu-waktu yang tepat. Bila dikonversikan, sekitar 1 juta anak dapat diselamatkan hanya dengan mencuci tangan pakai sabun (ISSDP, 2011).

Dengan demikian dapat dipahami betapa perilaku ini harus dilakukan, antara lain karena berbagai alasan sebagai berikut:

- a. Mencuci tangan pakai sabun dapat mencegah penyakit yang dapat menyebabkan ratusan ribu anak meninggal setiap tahunnya,
- b. Mencuci tangan dengan air saja tidak cukup,
- c. CTPS (cuci tangan pakai sabun) adalah satu-satunya intervensi kesehatan yang paling “*cost-effective*” jika dibanding dengan hasil yang diperolehnya.

Waktu kritis untuk cuci tangan pakai sabun yang harus diperhatikan, yaitu saat-saat sebagai berikut: sebelum makan, sebelum menyiapkan makanan, setelah buang air besar, setelah menceboki bayi/anak, setelah memegang unggas atau hewan.

Beberapa manfaat yang diperoleh setelah seseorang melakukan cuci tangan pakai sabun, yaitu antara lain :

- a. Membunuh kuman penyakit yang ada di tangan,
- b. Mencegah penularan penyakit seperti typhus, disentri, flu burung, flu babi,
- c. Tangan menjadi bersih dan bebas dari kuman.

Cara mencuci tangan yang benar adalah sebagai berikut :

- a. Cuci tangan dengan air bersih yang mengalir dan memakai sabun seperlunya,
- b. Bersihkan telapak tangan, pergelangan tangan, sela-sela jari dan punggung tangan
- c. Bersihkan tangan menggunakan lap bersih.

E. KARAKTERISTIK RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN

Karakteristik risiko adalah langkah terakhir dalam proses penilaian risiko yang menyatukan semua informasi dari penilaian bahaya dan penilaian paparan untuk menggambarkan sifat, luas dan keparahan dari potensi efek yang merugikan kesehatan serta memberikan evaluasi pada seluruh penilaian dan tingkat estimasi risiko. Untuk memahami keabsahan dari risiko yang diperkirakan, asumsi utama dan penilaian ilmiah serta ketidakpastian yang direspon menggunakan tabel crosstab atau kombinasi antara “Kemungkinan” dengan “Konsekuensi”.

Kombinasi dari “Kemungkinan” dan “Penilaian Konsekuensi” memberikan perkiraan risiko dengan jumlah kategori yang dimasukkan ke dalam “Kemungkinan”, yaitu :

1. Hampir pasti, dimana “Kemungkinan” ini diperkirakan akan terjadi di sebagian besar keadaan.
2. Kemungkinan besar, dimana “Kemungkinan” dapat terjadi dalam banyak situasi.
3. Moderat, dimana “Kemungkinan” bisa terjadi dalam beberapa keadaan.
4. Mungkin, dimana “Kemungkinan” mungkin terjadi hanya dalam keadaan yang sangat khusus.
5. Langka, dimana “Kemungkinan” mungkin hanya terjadi dalam keadaan yang sangat langka.

Sedangkan jumlah kategori yang dimasukkan ke dalam “Penilaian Konsekuensi”, yaitu:

1. Konsekuensi yang signifikan, yang berarti bahwa kemungkinan cedera tetapi tidak lebih dari pengobatan pertolongan pertama
2. Konsekuensi minor, mengacu pada kemungkinan cedera tetapi tidak lebih dari pertolongan pertama.
3. Konsekuensi moderat, mengacu pada kemungkinan cedera dan akan memerlukan perawatan medis,
4. Konsekuensi utama, mengacu pada cedera dengan kemungkinan yang luas
5. Konsekuensi catastrophic mengacu pada kemungkinan kematian yang jelas terjadi.

BAB VIII

PENELITIAN TERKAIT SANITASI DI KEPULAUAN

A. Kontaminasi Bakteri Pada Alat Makan Di Kantin Sekolah Dasar Pulau Barrang Lompo, Makassar

Kontaminasi dapat terjadi setiap saat, salah satunya dari peralatan makan yang digunakan tidak memenuhi syarat kesehatan. Setiap peralatan makan (piring, gelas, sendok) yang kelihatan bersih belum merupakan jaminan telah memenuhi persyaratan kesehatan, karena didalam alat makan tersebut telah tercemar bakteri yang menyebabkan alat makan tersebut tidak memenuhi syarat.

Banyak faktor yang mempengaruhi keberadaan bakteri pada alat makan salah satu diantaranya berkaitan dengan perlakuan penjamah makanan dan tempat pengolahan makanannya. Pada perlakuan penjamah makanan terdiri dari pengetahuan, perilaku dan tindakan menjadi faktor penentu penjamah makanan. Sedangkan perilaku penanganan alat makan terdiri dari cara mencuci alat makan, bahan mencuci alat makan, dan cara penyimpanan alat makan. Perlakuan penjamah dan perilaku penanganan alat makan yang buruk dapat memicu terjadinya kontaminasi pada makanan.

Kantin di Sekolah Dasar merupakan tempat para pedagang jajanan bagi anak-anak sekolah dasar. Berbagai jenis makanan jajanan yang dapat dijumpai di kantin tersebut. Makanan jajanan dapat tercemar akibat penjamah makanan dan menggunakan alat makan yang telah tercemar oleh bakteri.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Riskawati (2017) yang ditunjukkan pada table 6.1, diketahui bahwa hampir semua pedagang telah melakukan praktik higiene dalam proses penjamah makanan. Tapi hal tersebut berbeda dengan hasil observasi langsung yang dilakukan di tempat penelitian.

Hal tersebut juga terlihat dari observasi sanitasi alat makan yang digunakan oleh para pedagang di Sekolah Dasar di Pulau Barang Lompo (**Tabel 6.2**).

Tabel 8.1 Frekuensi Higiene Perorangan Pedagang di Sekolah Dasar Pulau Barrang Lompo

No	Higiene perorangan Pedagang	SD Inpres		SD Negeri		Total	
		n	%	n	%	N	%
1.	Cuci tangan sebelum menyajikan makanan						
	a. Ya	2	100	2	66,7	4	80
	b. Tidak	0	0	1	33,3	1	20
2.	Cuci tangan sesudah menyajikan makanan						
	a. Ya	2	100	2	66,7	4	80
	b. Tidak	0	0	1	33,3	1	20
3.	Cuci tangan sesudah						

	buang air besar/kecil						
	a. Ya	2	100	3	100	5	100
4.	Bahan cuci tangan						
	a. Air dan sabun	2	100	3	66,7	5	100
5.	Membersihkan kuku						
	a. Ya	0	0	2	66,7	2	40
	b. Kadang-kadang	2	100	1	33,3	3	60

Tabel 8.2 Frekuensi Sanitasi Alat Makan Sekolah Dasar di Pulau Barrang Lompo

No	Sanitasi Alat Makan	SD Inpres		SD Negeri		Total	
		n	%	n	%	N	%
1.	Cara membersihkan alat makan						
	a. Air yang disediakan di ember/baskom	2	100	3	100	5	100
2.	Bahan cuci alat makan						
	a. Air dan sabun khusus	2	100	3	100	5	100
3.	Penyimpanan Alat makan						
	a. Rak terbuka	0	0	1	33,3	1	20
	b. Lainnya	2	100	2	66,7	4	80
	Baskom						

Cara pencucian peralatan makan yang dilakukan di kantin SD Inpres dan SD Negeri masih kurang memenuhi sanitasi karena berdasarkan hasil observasi maupun wawancara semua pedagang saat pencucian peralatan tidak dicuci dengan air mengalir hanya di tampung di baskom. Selain itu, pedagang tidak memperhatikan pergantian air bilasan. Hal ini disebabkan karena sumber air jauh dari kantin, sehingga sulit untuk mendapatkan air mengalir dengan mudah. Namun, untuk penggunaan sabun saat mencuci

piring sudah terpenuhi karena seluruh pedagang menggunakan sabun khusus cuci piring yang dapat membunuh kuman.

Tabel 8.3 Jenis Bakteri pada Alat Makan Sekolah Dasar Inpres di Pulau Barrang Lompo

No	SD Inpres	
	Jenis Alat Makan	Jenis Bakteri
1.	Piring 1	<i>Klebsiella</i> sp
2.	Piring 2	<i>Enterobacter hafniae</i>
3.	Sendok 1	<i>Enterobacter cloacea</i>
4.	Sendok 2	<i>Enterobacter aerogenes</i>
5.	Gelas 1	<i>Bacillus</i> sp dan <i>Alcaligenes faecalis</i>
6.	Gelas 2	<i>Enterobacter cloacae</i>

Tabel 8.4 Jenis Bakteri pada Alat Makan Sekolah Dasar Negeri di Pulau Barrang Lompo

No	SD Negeri	
	Jenis Alat Makan	Jenis Bakteri
1.	Piring 3	<i>Acinobacter Calcoaceticus</i>
2.	Piring 4	<i>Enterobacter hafniae</i>
3.	Piring 5	<i>Klebsiella</i>
4.	Sendok 3	<i>Enterobacter aerogenes</i>
5.	Sendok 4	<i>Enterobacter cloacea</i>
6.	Sendok 5	<i>Enterobacter cloacea</i>
7.	Gelas 3	<i>Alcaligenes faecalis</i>
8.	Gelas 4	<i>Klebsiella</i> sp
9.	Gelas 5	<i>Bacillus</i> sp

Berdasarkan penelitian dan uji laboratorium yang dilakukan terhadap sampel alat makan, didapatkan hasil bahwa seluruh sampel mengandung bakteri. Keadaan ini diakibatkan karena alat makan dicuci menggunakan air yang tidak mengalir serta penyimpanannya terbuka dan tidak menggunakan rak penyimpanan. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor yang menyebabkan keberadaan kuman (bakteri) pada alat makan, yaitu kualitas air pencucian, cara pencucian oleh penjamah makan, adanya sumber pencemaran dari arah angin, kondisi ruang penyimpanan dan kondisi rak penyimpanan sehingga dapat memicu keberadaan bakteri pada makanan.

Peralatan makan merupakan alat yang kontak langsung dengan bahan makanan. Kebersihan alat makan merupakan bagian yang sangat penting dan berpengaruh terhadap kualitas makanan dan minuman. Alat makan yang tidak dicuci dengan bersih dapat menyebabkan organisme atau bibit penyakit yang tertinggal akan berkembang biak dan mencemari makanan yang akan diletakkan di atasnya. Semua peralatan makanan yang mempunyai peluang bersentuhan dengan makanan harus selalu dijaga dalam keadaan bersih dan tidak ada sisa makanan yang tertinggal pada bagian-bagian alat makan tersebut. Apabila hal tersebut dibiarkan, akan memberi kesempatan kuman yang tidak dikehendaki untuk berkembangbiak dan membusukkan makanan.

Jenis bakteri yang ditemukan pada alat makan mencerminkan keanekaragaman bakteri disebabkan karena higiene dan sanitasi peralatan makan yang kurang baik. Kontaminasi bakteri *E.coli* terhadap peralatan makan menjadikan peralatan makan tidak layak untuk dipergunakan karena akan berdampak langsung bagi manusia pengguna peralatan makan (Tumelap, 2011).

Berdasarkan hasil pemeriksaan jenis bakteri terhadap sampel alat makan, didapatkan hasil 7 jenis bakteri yang terdapat pada 15 sampel alat makan dari kedua SD Pulau Barrang Lompo. Bakteri-bakteri tersebut adalah *Bacillus* sp 2 (13,3%), *Enterobacter hafniae* 2 (13,3%), *Enterobacter cloacea* 4 (26,7%), *Enterobacter aerogenes* 2 (13,3%), *Acinobacter calcoaceticus* 1 (6,7%), *Alcaligenes faecalis* 2 (13,3%), serta bakteri *Klebsiella* sp sebanyak 3 (20%) (Tabel 8.3 dan 8.4). Bakteri gram positif (+) *Bacillus* sp adalah golongan bakteri yang ditemukan hampir di semua sampel alat makan.

Bakteri *Bacillus* sp merupakan salah satu jenis mikroba patogen yang dapat menyebabkan penyakit dan intoksikasi pada manusia dan juga menyebabkan kerusakan produk. Bakteri ini terdapat di segala tempat yaitu di air, tanah dan udara dan dapat mengkontaminasi peralatan makan. Bakteri ini kadang-kadang dapat menimbulkan penyakit pada fungsi imun yang terganggu

(misalnya meningitis, endokarditis, endoftalmitis, konjungtivitis, atau gastroenteritis akut).

Bakteri gram negatif yang ditemukan pada sampel alat makan adalah *Enterobacter hafniae*, *Enterobacter cloacea*, *Enterobacter aerogenes* dan *Klebsiella* sp. adalah termasuk famili *Enterobacteriaceae*. *Enterobacteriaceae* adalah kelompok batang gram negatif yang besar dan heterogen, dengan habitat alaminya di saluran cerna manusia dan hewan. Kebanyakan *Enterobacteriaceae* merupakan flora normal pada saluran pencernaan meskipun ada juga yang beberapa tersebar luas di lingkungan sekitar. Bakteri ini hidup di usus besar manusia dan terdapat pada kotoran yang kering lalu terbang melalui udara. Sebagian besar bakteri ini tidak menimbulkan penyakit seperti infeksi saluran kandung kemih, infeksi pada luka, infeksi saluran nafas, peradangan selaput otak dan septikemia (Syahrurachman et al., 2010).

Bakteri Gram negatif yang juga ditemukan pada sampel peralatan makan adalah *Acinobacter calcoaceticus* dan *Alcaligenes faecalis*. *Acinobacter calcoaceticus* berasal dari famili *Moraxecellaceae*. Bakteri ini berperan dalam menimbulkan infeksi penyakit akut seperti meningitis, pneumonia, dan bakterimia. Bakteri ini juga diketahui resisten terhadap sabun dan

antiseptik konvensional sehingga kontaminasi bakteri ini pada tangan manusia mudah terjadi (Nugroho, 2012).

Alcaligenes faecalis merupakan bakteri psikrofil yang dapat bertahan pada kisaran temperatur rendah, sehingga dapat bertahan dalam mengkontaminasi produk-produk pangan seperti ikan, susu, daging dan telur. Kontaminasi tersebut dapat menyebabkan terjadinya proses pembusukan pada temperatur dingin dan juga menimbulkan penyakit pada manusia. Cara penanganan dan pencegahan terbaik dari bakteri ini adalah dengan sanitasi yang baik dan penanganan fisik berdasar sifat bakteri tersebut, yaitu pemanasan (pasteurisasi/sterilisasi). Bakteri ini dapat ditemukan diberbagai lokasi termasuk lingkungan tanah dan air (Raharjo, 2010).

B. Hubungan Higiene Dan Sanitasi Dengan Kontaminasi Bakteri *Coliform* Pada Air Minum Isi Ulang Di Pulau Barrang Lompo

Pengadaan air bersih untuk keperluan air minum, harus memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan secara fisika, mikrobiologi, kimia, dan radioaktif. Parameter wajib penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi adalah total bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*. Penentuan kualitas air

secara mikrobiologi dilakukan dengan Most Probable Number Test (MPN). Jika di dalam 100 ml sampel air didapatkan sel bakteri *Coliform* memungkinkan terjadinya diare dan gangguan pencernaan lain.

Kurang terjaminnya kualitas air minum isi ulang dapat disebabkan oleh kondisi sanitasi depot yang tidak sesuai dengan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdaganganannya. Pengusaha depot juga harus memperhatikan syarat-syarat kualitas air minum sesuai dengan PERMENKES RI No. 492/Menkes/Per/VI/2010.

Keberadaan bakteri tidak lepas kaitannya dengan *higiene* sanitasi dan personal *higiene*. *Higiene* sanitasi merupakan usaha yang dilakukan untuk mengendalikan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya pencemaran air minum, penjamah, tempat dan perlengkapannya yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan lainnya (Permenkes, 2010). *Higiene* sanitasi yang ada di depot meliputi sanitasi lingkungan, *higiene* peralatan, *higiene* pekerja, dan air baku. Hal tersebut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kontaminasi bakteri *Coliform* pada air minum isi ulang. Kontaminasi bakteri dapat terjadi apabila faktor-faktor *higiene* sanitasi tidak dilakukan sesuai dengan peraturan/standar yang

berlaku. Maka dari itu diperlukan penerapan *higiene* sanitasi dan personal *higiene* yang baik agar dapat mencegah kontaminasi bakteri pada air minum isi ulang.

Pemilihan DAMIU sebagai alternatif air minum menjadi risiko yang dapat membahayakan kesehatan jika kualitas DAMIU masih diragukan. Terlebih jika konsumen tidak memperhatikan keamanannya. Dilihat dari segi kualitasnya, masyarakat masih meragukannya karena belum ada informasi yang jelas dari segi proses maupun peraturan tentang peredaran dan pengawasannya. Bila ditinjau dari harganya, air minum isi ulang lebih murah dari air minum dalam kemasan, bahkan ada yang mematok harga hingga 1/4 dari harga air minum dalam kemasan.

Jumlah depot air minum isi ulang di Pulau Barrang Lompo tahun 2016 sebanyak 6 depot air minum dengan menggunakan sumber air baku dari sumur bor yang kemungkinan besar dapat terjadi kontaminasi bakteri *Coliform*. Berbeda dengan sumber air baku di depot air minum isi ulang yang berada di Kota Makassar yang menggunakan sumber air baku dari PDAM. Banyaknya DAMIU yang tersebar di Pulau Barrang Lompo tidak menjamin kualitas air minum yang dihasilkannya karena cara pengelolaan dan pengisian depot tidak selalu bisa diawasi. Akibatnya, banyak masalah kesehatan yang dapat ditimbulkan.

Pulau Barrang Lompo Kecamatan Sangkarang terletak di sebelah Barat Laut, serta berada di sebelah Utara Pulau Barrang Caddi yang memiliki jarak kurang lebih 11 km dari Kota Makassar. Secara geografis, pulau ini berada pada posisi 119°19'48" Bujur Timur dan 05°02'48" Lintang Selatan. Pulau ini memiliki penduduk sebanyak 4.680 jiwa dan memiliki fasilitas pendidikan TK, SD, SMP, SMA, fasilitas kesehatan dan jasa pengisian air minum atau depot air minum isi ulang. Depot air minum isi ulang yang berada di Pulau Barrang Lompo sebanyak 6 depot yang masing – masing tersebar di ke empat RW di Pulau Barrang Lompo.

Penelitian tentang higiene pekerja depot air minum isi ulang yang dilakukan oleh Nurmawati dkk (2009) menunjukkan bahwa ada hubungan antara higiene pekerja depot air minum dengan jumlah bakteri *Coliform*. Higiene pekerja depot masih kurang baik persentasenya yaitu 50% dan sebagian besar jumlah bakteri *Coliform* dibawah ambang batas dengan persentase 58%. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Ananda (2017) yang akan dibahas dalam poin ini, yang meneliti tentang Hubungan Higiene Dan Sanitasi Dengan Kontaminasi Bakteri *Coliform* Pada Air Minum Isi Ulang Di Pulau Barrang Lompo Tahun 2017.

Tabel 8.5 Gambaran Kontaminasi Bakteri *Coliform* di DAM Pulau Barrang Lompo

No.	Kode Sampel	Hasil	
		Indeks MPN/100 ml	Keterangan
1	AB D1	4	TMS
2	AM D1	0	MS
3	AB D2	15	TMS
4	AM D2	0	MS
5	AB D3	460	TMS
6	AM D3	28	TMS
7	AB D4	93	TMS
8	AM D4	4	TMS
9	AB D5	8	TMS
10	AM D5	7	TMS
11	AB D6	4	TMS
12	AM D6	0	MS

Keterangan: AB : Air baku

AM : Air minum

TMS : Tidak Memenuhi Syarat

MS : Memenuhi Syarat

Faktor yang mungkin menyebabkan hasil positif dari uji persumptif MPN ini adalah terjadinya kontaminasi air minum isi ulang pada proses pengolahannya antara lain penampungan air baku, desinfeksi, maupun penyaringan. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kualitas air hasil produksi adalah air baku, jenis

peralatan yang digunakan, pemeliharaan peralatan dan penanganan pengolahan dan pendistribusian air.

Selain itu sanitasi dan higinitas dari depot air minum isi ulang itu sendiri dapat mempengaruhi hasil uji MPN. Sanitasi yang buruk serta higinitas yang rendah menyebabkan terjadinya kontaminasi. Berdasarkan hasil observasi dari depot air minum isi ulang yang menjadi sampel penelitian ini ada beberapa yang memiliki sanitasi dan higinitas yang buruk dan proses desinfeksi wadah yang kurang memenuhi syarat.

Tabel 8.6 Gambaran Jumlah Koloni dan Jenis Bakteri pada DAM Pulau Barrang Lompo

No.	Kode Sampel	Jumlah Koloni	Kultur dan Identifikasi Bakteri
1.	AB D1	12	<i>Pseudomonas aerogenosa</i>
2.	AM D1	0	Tidak dikultur dan diidentifikasi
3.	AB D2	52	<i>Klebsiella pneumonia</i>
4.	AM D2	0	Tidak dikultur dan diidentifikasi
5.	AB D3	88	<i>Pseudomonas aerogenosa</i>
6.	AM D3	80	<i>Pseudomonas aerogenosa</i>
8.	AM D4	6	<i>Klebsiella pneumonia</i>
9.	AB D5	59	<i>Klebsiella pneumonia</i>
10.	AM D5	32	<i>Klebsiella pneumonia</i>
11.	AB D6	15	<i>Klebsiella pneumonia</i>
12.	AM D6	0	Tidak dikultur dan diidentifikasi
10.	AM D5	32	<i>Klebsiella pneumonia</i>
11.	AB D6	15	<i>Klebsiella pneumonia</i>
12.	AM D6	0	Tidak dikultur dan diidentifikasi

Dari hasil pemeriksaan sampel di Laboratorium, bakteri yang paling banyak tumbuh pada sampel yaitu bakteri *Klebsiella pneumoniae*. *Klebsiella pneumoniae* adalah bakteri gram negatif yang bisa terdapat dalam feses dan saluran napas sebanyak 5% pada orang normal. Bakteri ini bisa ditemukan di kulit, kerongkongan, atau saluran pencernaan, bahkan pada luka yang steril (Suryani, 2010).

Salah satu penyakit yang ditimbulkan dari bakteri ini yaitu Pneumonia. Pneumonia adalah proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli). Pneumonia yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumoniae* dapat berupa pneumonia komunitas (community acquired pneumonia). *Klebsiella pneumoniae* merupakan jenis bakteri golongan *Klebsiella* yang banyak menginfeksi manusia. Merupakan organisme oportunistis yang ditemukan pada lapisan mukosa mamalia, terutama paru-paru. Memiliki penyebaran yang sangat cepat, terutama di antara orang-orang yang sedang terinfeksi bakteri ini dengan gejala berupa pendarahan dan penebalan lapisan mukosa organ. Bakteri ini juga merupakan salah satu bakteri yang menyebabkan penyakit bronchitis (Elfidasari dkk, 2013).

Bakteri patogen lainnya yang ditemukan pada sampel yaitu *Pseudomonas aerogenosa*. Bakteri ini tidak dapat memfermentasikan glukosa dan laktosa dibuktikan dengan pengujian TSIA. Bakteri ini dapat menggunakan sitrat dan juga memiliki flagel. *Pseudomonas aerogenosa* adalah jenis bakteri yang tidak mati oleh perlakuan desinfektan. Bakteri ini banyak terdapat pada daerah tanah yang basah. Kuman ini menyenangi hidup dalam suasana lembab seperti pada peralatan pernapasan, air dingin, lantai, kamar mandi, tempat air dan lainnya. Bakteri ini menghasilkan pigment hijau yang berbau seperti pisang masak, dan disebut pyosianin. Bakteri ini sering mencemari luka bakar, dan tetap hidup dengan keadaan anaerob. Kuman ini juga dapat menyebabkan infeksi pada saluran pernapasan bagian bawah, saluran kemih, mata dan lainnya (Syahrurachman dkk. 2010).

Pseudomonas aerogenosa merupakan organisme yang sangat mudah beradaptasi dan dapat memakai 80 gugus organik yang berbeda untuk pertumbuhannya dan amonia sebagai sumber nitrogen. Dapat tumbuh pada perbenihan yang dipakai untuk isolasi kuman *Enterobacteriaceae* dan mempunyai kemampuan untuk mentolerir keadaan alkalis, juga dapat tumbuh pada perbenihan untuk kuman *vibrio*. Suhu pertumbuhan optimum ialah 35°C, tetapi dapat juga tumbuh 42°C. Hasil isolasi bahan klinik sering memberikan beta hemolisis pada agar darah.

Pada air minum isi ulang terjadinya proses kontaminasi tidak saja dapat disebabkan oleh tingginya kandungan cemaran mikroba yang berasal dari air baku yang digunakan, akan tetapi juga dapat disebabkan oleh kurang memadainya proses filtrasi, proses sterilisasi yang menggunakan sinar ultra violet (UV) atau ozonisasi yang dilakukan di depo air isi ulang, serta sanitasi dan pada proses pengisian air ke dalam galon air minum isi ulang tersebut. Oleh karena itu pemantauan akan kualitas air minum isi ulang ini khususnya pemantauan terhadap cemaran bakteri harus terus menerus dilakukan baik oleh pemilik sarana depo air minum isi ulang sendiri maupun oleh Dinas Kesehatan setempat untuk memberikan jaminan bagi masyarakat dalam memperoleh air minum yang memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Tabel 8.7 Sanitasi Lingkungan DAM di Pulau Barrang Lompo

Sanitasi Lingkungan	Jumlah depot	
	n	%
Lokasi		
a. Memenuhi syarat	2	33
b. Tidak Memenuhi syarat	4	67
Bangunan		
a. Memenuhi syarat	0	0
b. Tidak Memenuhi syarat	6	100
Total	6	100

Sanitasi merupakan bagian yang harus diperhatikan terutama dalam proses pengolahan makanan dan minuman. Telah kita ketahui bahwa seseorang dapat menjadi sakit disebabkan oleh kelalaian dalam menjaga kebersihan lingkungan maupun alat-alat pengolahan air minum. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa dari kriteria lokasi yang meliputi bebas dari pencemar seperti debu, tempat pembuangan kotoran/sampah, tempat berkembang biak serangga dan sistem saluran pembuangan air yang kurang baik menunjukkan bahwa hanya 2 depot yang memenuhi syarat sesuai Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 Tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya.

Berdasarkan hasil observasi untuk kriteria bangunan yang meliputi kebersihan lantai, dinding, atap dan langit - langit, pintu, pencahayaan, dan ventilasi menunjukkan bahwa tidak ada depot yang memenuhi 100% kriteria tersebut. Hal ini jika tidak diperhatikan dengan baik akan mencemari air olahan. Pada ventilasi yang tidak bersih terdapat banyak debu yang dapat disebarkan oleh angin dan saat melakukan pengisian debu dapat masuk dan mencemari air olahan. Lantai dan plafon yang tidak bersih juga dapat mencemari air olahan dan menghambat proses produksi.

Pengamatan terhadap penerangan yang cukup pada area produksi menunjukkan bahwa semua depot telah menggunakan penerangan yang cukup pada area produksi. Penerangan di area proses produksi, tempat pencucian/ pembilasan/ sterilisasi/ pengisian galon harus cukup terang untuk mengetahui adanya kontaminasi fisik, sehingga pekerja mempunyai pandangan yang terang untuk dapat melihat setiap kontaminasi produk. Dianjurkan penggunaan lampu yang anti hancur dan atau lampu yang memakai pelindung sehingga jika pecah, pecahan gelas lampu tidak mengontaminasi produk.

Tabel 8.8 Gambaran Higiene Pekerja pada DAM di Pulau Barrang Lompo

<i>Higiene Pekerja</i>	Jumlah depot	
	n	%
Harus bebas dari penyakit menular		
a. Memenuhi syarat	6	100
b. Tidak Memenuhi syarat	0	0
Bebas dari luka, bisul, penyakit kulit, dan luka Lain		
a. Memenuhi syarat	6	100
b. Tidak Memenuhi syarat	0	0
Mencuci tangan sebelum dan sesudah melayani konsumen		
a. Memenuhi syarat	5	100
b. Tidak Memenuhi syarat	1	0
Pada Waktu melayani konsumen tidak makan, berkuku panjang, menggaruk dan menggorek telinga/hidung/gigi		
a. Memenuhi syarat	6	100
b. Tidak Memenuhi syarat	0	0

Memakai pakaian bersih		
a. Memenuhi syarat	6	100
b. Tidak Memenuhi syarat	0	0
Menggunakan masker medis		
a. Memenuhi syarat	0	0
b. Tidak Memenuhi syarat	6	100
Total	6	100

Pemenuhan kriteria tidak mencapai 100% diakibatkan masih ada depot yang tidak memenuhi hygiene pekerja seperti menggunakan masker dan mencuci tangan sebelum dan sesudah melayani konsumen.

Observasi yang disertai wawancara langsung untuk penggunaan masker menunjukkan tidak adanya pekerja yang menggunakan masker. Hal ini terjadi karena mereka menganggap bahwa jika menggunakan masker saat bekerja atau melakukan pengisian galon akan membuat konsumen tersinggung. Penggunaan masker saat proses produksi akan meminimalisir kontaminasi terhadap air hasil olahan dari para pekerja. Air yang diolah menjadi air minum akan terkontaminasi oleh mikroorganisme jika pekerja berbicara atau bersin saat melakukan pengisian air.

Selain itu, kriteria hygiene pekerja yang tidak terpenuhi pada salah satu depot yaitu mencuci tangan sebelum dan sesudah melayani konsumen. Hal ini dapat menyebabkan terkontaminasinya air minum oleh kuman - kuman yang berada

ditangan sehingga menimbulkan penyakit bagi yang mengkonsumsi air tersebut. Bagi pekerja depot air minum isi ulang kebersihan tangan sangat penting. Kebiasaan rajin mencuci tangan sangat membantu dalam pencegahan penularan bakteri dari tangan. Pada prinsipnya pencucian tangan dilakukan 68 setiap saat setelah menyentuh benda-benda yang dapat menjadi sumber kontaminasi atau cemaran (Asfawi, 2004). Pekerja yang tidak berperilaku hidup bersih dan sehat seperti tidak mencuci tangan dan merokok pada saat melayani konsumen dapat menyebabkan kontaminasi pada air minum (Khoeriyah dkk, 2013).

Hasil observasi yang dilakukan untuk kesehatan dari pekerja seperti tidak terkena penyakit menular, penyakit kulit, bisul, dan penyakit lain yang berada pada anggota tubuh menunjukkan semua pekerja dalam keadaan sehat. Dari hasil observasi untuk penggunaan pakaian yang bersih bagi pekerja menunjukkan bahwa semua pekerja menggunakan pakaian yang bersih pada saat bekerja atau melakukan proses produksi air minum isi ulang.

Kebiasaan yang baik ditemukan pada semua pekerja di depot air minum Pulau Barrang Lompo Kecamatan Sangkarang Kota Makassar menunjukkan bahwa mereka tidak makan, tidak berkuku panjang, tidak menggaruk dan mengorek

teling/hidung/gigi pada saat melakukan proses produksi. Berperilaku higienis dan saniter perlu dilakukan setiap melayani konsumen, antara lain selalu mencuci tangan dengan sabun dan air yang mengalir setiap melayani konsumen untuk mencegah pencemaran. Tangan yang tidak bersih dapat menjadi sumber kontaminasi bakteri patogen yang dapat meningkatkan resiko pencemaran. Penggunaan alat pelindung diri seperti sarung tangan dalam bekerja juga diperlukan sebagai salah satu pencegahan terjadinya kontaminasi (Cahyaningsing dkk, 2009).

Diantara Penyakit berbasis lingkungan yang potensial menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) dan mempengaruhi sumber daya manusia adalah penyakit diare, sehingga ketersediaan air minum/air bersih dan sanitasi yang memenuhi syarat serta perilaku hidup bersih dan sehat mempunyai dampak yang besar dalam meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Maka dari itu sebaiknya depot air minum isi ulang harus menjaga hygiene sanitasinya agar terhindar dari kontaminasi bakteri. Tempat yang terjamin hygiene sanitasinya, tenaga kerja yang berperilaku bersih dan sehat, peralatan yang direkomendasikan aman serta air baku berasal dari sumber air bersih akan menjamin mutu air sehat dan aman.

C. Sanitasi Lingkungan terhadap Kejadian Diare di Pulau Kodingareng Lompo

Masyarakat yang hidup di pulau-pulau kecil dan terisolir, kehidupan sehari-hari mereka terpapar dengan risiko kesehatan antara lain kurangnya ketersediaan air bersih yang berkualitas, minimnya ketersediaan makanan yang bergizi dan terbatasnya pelayanan kesehatan dari sektor publik terutama pada saat musim badai. Kondisi perumahan yang padat dan kurang memenuhi syarat kesehatan sehingga mudah terinfeksi dengan vektor dan agen penyakit yang berkembang, juga mendukung terciptanya sanitasi yang buruk (Massie, 2013).

Sanitasi merupakan perilaku yang disengaja untuk membudayakan hidup bersih untuk mencegah manusia bersentuhan langsung dengan kotoran dan bahan buangan berbahaya lainnya, dengan harapan dapat menjaga dan meningkatkan kesehatan manusia. Sanitasi lingkungan (environmental sanitation) adalah upaya pengendalian semua faktor lingkungan fisik manusia yang mungkin menimbulkan atau dapat menimbulkan hal-hal yang merugikan bagi perkembangan fisik, kesehatan dan daya tahan hidup manusia.

Penyakit diare merupakan salah satu penyakit yang berbasis lingkungan. Tiga faktor yang dominan adalah sarana air bersih, pembuangan tinja, dan limbah. Ketiga faktor ini akan

berinteraksi bersama dengan perilaku buruk manusia. Apabila faktor lingkungan (terutama air) tidak memenuhi syarat kesehatan karena tercemar bakteri didukung dengan perilaku manusia yang tidak sehat seperti pembuangan tinja tidak higienis, kebersihan perorangan dan lingkungan yang jelek, serta penyiapan dan penyimpanan makanan yang tidak semestinya, maka dapat menimbulkan kejadian diare.

Berbicara mengenai kualitas air bersih, tidak terlepas dari syarat kualitas air bersih yang meliputi syarat fisik, kimia, biologi dan radioaktif. Spesifik berbicara mengenai syarat kualitas biologi air, untuk mengetahui adanya pencemaran mikrobiologi di dalam air, maka digunakan organisme petunjuk berupa organisme golongan *Coliform*.

Bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal, yaitu hidup dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri *Coliform* merupakan bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik dan masuk dalam golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator, dimana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Bakteri *Coliform* ini menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, bakteri pembusuk ini juga memproduksi bermacam-macam racun seperti indol dan skatol

yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih didalam tubuh (Randa, 2012).

Pentingnya kondisi kebersihan, kebiasaan mencuci tangan, pemenuhan kebutuhan air dan kondisi sanitasi secara teratur dipraktekkan dan dipelihara masing-masing maka ada sedikit kesempatan untuk penurunan tingkat kejadian diare tetapi jika masyarakat tetap tidak memperhatikan maka peningkatan kejadian diare akan terus bertambah.

Pulau Kodingareng Lompo adalah salah satu pulau kecil yang berada di Kecamatan Sangkarrang Kota Makassar yang memiliki luas wilayah 0,48 km² dengan ketinggian kurang dari 500 meter dari permukaan laut (BPS, 2014). Jumlah penduduk sebanyak 4.522 jiwa yang terdiri dari 1173 Kepala Keluarga dan mayoritas berprofesi sebagai nelayan (Dirjen Pemberdayaan Masyarakat dan Desa, 2015). Oleh karena itu, pada sub pembahasan ini akan dibahas tentang penelitian yang dilakukan mengenai Sanitasi Lingkungan terhadap Kejadian Diare di Pulau Kodingareng Lompo.

Masalah utama kesehatan lingkungan pada masyarakat di pulau-pulau kecil masih berfokus pada sanitasi dasar, meliputi sarana penyediaan air bersih, ketersediaan jamban keluarga, permasalahan sampah, dan permasalahan SPAL (saluran pembuangan akhir limbah), sanitasi makanan, dan perilaku cuci

tangan pakai sabun yang dilakukan masyarakat. Tidak tersedianya berbagai fasilitas santasi dasar tersebut dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit, khususnya penyakit berbasis lingkungan.

Karakteristik fisik perairan Pulau Kodingareng ditandai fenomena perairan yang sangat dinamis. Hal ini disebabkan pulau tersebut berada pada pertemuan arus antara perairan Selat Makassar dan Laut Jawa, sehingga mendapat pengaruh kuat dari perairan Laut Jawa dan Selat Makassar di waktu musim barat. Namun pada waktu musim timur, Pulau Kodingareng mendapat pengaruh dari Laut Banda yang melewati Selat Selayardan Selat Makassar.

Tabel 8.9 Gambaran Sarana Penyediaan Air Bersih di Pulau Kodingareng Lompo

Penyediaan Air Bersih		Total	
		n	%
Sumber air utama untuk minum	Air botol kemasan	2	2,2
	Air galon isi ulang	87	97,8
Sumber air utama untuk masak	Air galon isi ulang	53	59,6
	Air dari sumur bor dengan pompa mesin	19	21,3
	Air dari sumur gali terlindungi	13	14,6
	Air dari sumur gali tidak terlindungi	4	4,5
Sumber air utama untuk mencuci	Air ledeng dari PDAM	2	2,2
	Air dari sumur bor dengan pompa mesin	34	38,2
	Air dari sumur gali terlindungi	36	40,4
	Air dari sumur gali tidak terlindungi	17	19,1

Sumber air utama untuk mandi	Air ledeng dari PDAM	2	2,2
	Air dari sumur bor dengan pompa mesin	34	38,2
	Air dari sumur gali terlindungi	36	40,4
	Air dari sumur gali tidak terlindungi	17	19,1
Kesulitan dalam mendapatkan air	Tidak pernah	88	98,9
	Pernah dalam beberapa jam saja	1	1,1
Kepuasan akan kualitas air	Ya	83	93,3
	Tidak	6	6,7
Jarak sumber air dari pembuangan tinja	< 10 meter	47	56,0
	>10 meter	32	38,1
	Tidak tahu	5	6,0

Tabel 8.10 Gambaran Kandungan Bakteriologis E.coli pada Air Sumur Gali di Pulau Kodingreng Lompo

Sampel	Parameter	Hasil	Spesifikasi Metode
Sampel 1 (RW 1)	MPN E.Coli	Positif	APHA 9221 F,2012
Sampel 2 (RW 1)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 3 (RW 1)	MPN E.Coli	Positif	APHA 9221 F,2012
Sampel 4 (RW 2)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 5 (RW 2)	MPN E.Coli	Positif	APHA 9221 F,2012
Sampel 6 (RW 2)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 7 (RW 3)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 8 (RW 3)	MPN E.Coli	Positif	APHA 9221 F,2012
Sampel 9 (RW 3)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 10 (RW 4)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 11 (RW 4)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 12 (RW 4)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 13 (RW 5)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 14 (RW 5)	MPN E.Coli	Positif	APHA 9221 F,2012

Sampel 15 (RW 5)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 16 (RW 6)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 17 (RW 6)	MPN E.Coli	Negatif	APHA 9221 F,2012
Sampel 18 (RW 6)	MPN E.Coli	Positif	APHA 9221 F,2012

Air bersih adalah salah satu jenis sumberdaya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari. Air sangat penting bagi kehidupan manusia. Kebutuhan manusia akan air sangat kompleks antara lain untuk minum, masak, mandi mencuci, dan sebagainya. Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat.

Diantara kegunaan-kegunaan air tersebut yang sangat penting adalah kebutuhan untuk minum. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Dari hasil penelitian yang dilakukan di pulau kodingareng, sebagian besar responden sumber utama yang digunakan sebagai air minum adalah air galon isi ulang yaitu sebanyak 87 responden (97,8%) dan 2 responden (2,2%) yang lainnya menjadikan air botol kemasan menjadi sumber utama air minumannya. Sumber air minum utama merupakan salah satu sarana sanitasi yang tidak kalah pentingnya berkaitan dengan kejadian diare. Sebagian

kuman infeksius penyebab diare ditularkan melalui jalur fekal oral. Kuman infeksius dapat ditularkan dengan memasukkan ke dalam mulut, cairan atau benda yang tercemar dengan tinja, misalnya air minum, jari-jari tangan, dan makanan yang disiapkan dalam panci yang dicuci dengan air tercemar (Depkes RI, 2000).

Selanjutnya sumber utama air untuk keperluan memasak terbanyak menggunakan air galon isi ulang sebagai sumber utama untuk masak sebanyak 53 responden (59,6%) dan sebanyak 4 responden (4,5%) yang menggunakan air sumur gali tidak terlindungi. Seperti halnya air minum, sumber utama air untuk masak juga harus diperhatikan kualitasnya serta cara pengolahannya. Sedangkan sumber utama air untuk mencuci dan mandi terbanyak menggunakan sumur gali terlindungi yaitu sebanyak 36 responden (40,4%) dan sebanyak 17 responden (19,1%) menggunakan air sumur tidak terlindungi sebagai sumber utama air, yaitu untuk mencuci dan mandi. Air merupakan unsur yang ada dalam makanan maupun minuman, dan juga digunakan untuk mencuci tangan, bahan makanan, serta peralatan untuk memasak atau makan serta digunakan untuk membersihkan diri.

Air yang digunakan untuk pencucian peralatan sangat penting diketahui secara mendasar. Dengan pencucian yang baik, akan menghasilkan peralatan yang bersih dan sehat pula. Dengan menjaga kebersihan peralatan makan, berarti telah membantu

mencegah pencemaran atau kontaminasi makanan yang dikonsumsi. Alat makan merupakan salah satu faktor yang memegang peranan di dalam menularkan penyakit, sebab alat makan yang tidak bersih dan mengandung mikroorganisme dapat menularkan penyakit menular makanan (Andriyani, 2014).

Dari hasil penelitian diketahui bahwa dari 18 sampel air sumur gali yang diambil, 6 diantaranya positif mengandung bakteri *E. coli*. Kehadiran mikroorganisme ini di dalam air membuktikan air tersebut terkontaminasi oleh tinja manusia dan hewan berdarah panas. Hal ini dapat dikarenakan masih ditemukan masyarakat yang buang air besar di laut atau pantai dan juga pembangunan tangki septik yang berjarak < 10 meter dari sumber air.

Dari keseluruhan sampel air sumur gali terdapat 12 sampel air sumur gali yang tidak mengandung bakteri *E.coli*. Terbebasnya air sumur gali dilokasi penelitian dari pencemaran oleh bakteri *E.coli* dimungkinkan karena septik tank yang ada dikeluarga tersebut berfungsi dengan baik serta didukung oleh perilaku sehari-hari masyarakat yang cukup memahami cara hidup sehat antara lain semua anggota keluarga buang air besar di jamban, hewan peliharaan tidak berkeliaran bebas di halaman rumah. Melihat sebagian besar warga telah memiliki jamban

pribadi maka higiene jamban juga perlu di perhatikan agar tidak menjadi faktor penyebab penyebaran penyakit.

Diare dapat terjadi bila seseorang menggunakan air minum yang sudah tercemar, baik tercemar dari sumbernya, tercemar selama perjalanan sampai ke rumah-rumah, atau tercemar pada saat disimpan di rumah. Pencemaran di rumah terjadi bila tempat penyimpanan tidak tertutup atau apabila tangan yang tercemar menyentuh air pada saat mengambil air dari tempat penyimpanan. Masyarakat yang terjangkau oleh penyediaan air yang benar-benar bersih mempunyai risiko menderita diare lebih kecil dibanding dengan masyarakat yang tidak mendapatkan air bersih. Masyarakat dapat mengurangi risiko terhadap serangan diare, yaitu dengan menggunakan air yang bersih dan melindungi air tersebut dari kontaminasi mulai dari sumbernya sampai penyimpanan di rumah.

Sarana jamban keluarga merupakan hal pokok yang harus ada dalam setiap rumah, karena adanya jamban yang terpelihara dengan baik manusia dapat terhindar dari penularan penyakit infeksi seperti diare. Ditinjau dari sudut kesehatan lingkungan, kotoran manusia merupakan masalah yang sangat penting. Pembuangan tinja secara layak merupakan kebutuhan kesehatan yang paling diutamakan. Pembuangan tinja secara tidak baik dan sembarangan dapat mengakibatkan kontaminasi pada air, tanah,

atau menjadi sumber infeksi, dan akan mendatangkan bahaya bagi kesehatan, karena penyakit yang tergolong waterborne disease akan mudah berjangkit.

Tabel 8.11 Gambaran Sarana Jamban Responden di Pulau Kodingareng Lompo

Sarana Jamban		Total	
		n	%
Anggota keluarga R A R	Jamban pribadi	69	77,5
	Pantai/Laut	15	16,9
	WC tetangga	5	5,6
Jenis kloset yang memiliki jamban pribadi	Kloset jongkok leher angsa	67	97,1
	Kloset duduk leher angsa	2	2,9
Tempat penyaluran buangan akhir tinja	Tangki septik	64	92,8
	Cubluk/Lubang tanah	3	4,3
	Laut/Pantai	2	2,9
Lama tangki septik dibangun	0-12 bulan yang lalu	4	6,2
	1-5 tahun yang lalu	22	34,4
	5-10 tahun yang lalu	13	20,3
	Lebih dari 10 tahun yang lalu	22	34,4
Tangki septik terakhir dikosongkan	1-5 tahun yang lalu	2	3,1
	Tidak pernah	62	96,9
Jarak tangki septik dengan sumber air	>10 meter	20	31,3
	<10 meter	44	68,7
Kebersihan lantai WC/jamban	Bersih	57	82,6
	Tidak Bersih	12	17,4
WC/jamban bebas dari serangga	Bebas dari serangga	63	91,3
	Tidak bebas dari serangga	6	8,7

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 89 responden terdapat 69 responden (77,5%) yang memiliki jamban pribadi dan 15 responden (16,9%) masih buang air besar di laut/pantai. Kepemilikan tempat pembuangan tinja merupakan salah satu fasilitas yang harus ada dalam rumah yang sehat. Upaya penggunaan jamban mempunyai dampak yang besar dalam penurunan risiko terhadap penyakit diare. Keluarga yang tidak mempunyai jamban harus membuat jamban dan keluarga harus buang air besar di jamban. Tidak memiliki jamban sendiri dapat menyebabkan timbulnya kejadian diare yang dikarenakan kotoran tinja yang tidak terkubur rapat yang akan mengundang lalat maupun tikus dan akan berdampak terhadap kesehatan lingkungan.

Selanjutnya untuk tempat penyaluran buangan tinja paling banyak 64 responden (92,8%) yang penyaluran buangan tinjanya ke tangki septik dan paling sedikit 2 responden (2,9%) yang menyatakan penyaluran buangan tinjanya menuju laut/pantai. Menurut Notoatmodjo (2003), syarat pembuangan kotoran yang memenuhi aturan kesehatan adalah tidak mengotori permukaan tanah di sekitarnya, tidak mengotori air permukaan di sekitarnya, tidak mengotori air dalam tanah di sekitarnya, kotoran tidak boleh terbuka sehingga dapat dipakai sebagai tempat vektor bertelur dan

berkembangbiak. Oleh karena itu pentingnya pembuatan tangki septik bagi yang memiliki jamban.

Melihat lamanya tangki septik yang dibangun dari 64 responden, hanya 2 reponden (3,1%) yang pernah mengosongkan tangki septiknya sekitar 1-5 tahun yang lalu sedangkan 62 responden (96,9%) yang memiliki tangki septik tidak pernah mengosongkan tangki septiknya. Jamban sehat dengan tangki septik juga perlu dikuras secara rutin dalam jangka waktu tertentu. Hal tersebut dapat mencegah pencemaran badan air, mencegah kontak antara manusia dan tinja, mencegah hinggapnya lalat atau serangga lain di tinja sehingga penyebaran penyakit melalui vektor bisa diminimalisir, serta mencegah adanya bau tidak sedap.

Jarak sumber air dengan tangki septik paling banyak responden memiliki sumber air dengan jarak <10 meter dengan tangki septik yaitu sebanyak 40 responden (68,7%) dan 22 responden (31,3%) yang jarak sumber airnya >10 meter dari tangki septiknya. Dalam membangun tangki septik juga perlu diperhatikan jaraknya dengan sumber air utama. Dikarenakan dapat mempengaruhi kualitas sumber air apabila jaraknya terlalu dekat.

Pada penelitian ini, peneliti melakukan observasi terhadap kebersihan jamban responden. Dari 69 responden yang memiliki jamban paling banyak yang memiliki jamban dengan lantai yang bersih yaitu sebanyak 57 responden (82,6%). Selain kebersihan lantai jamban responden peneliti juga melakukan observasi melihat bebas tidaknya jamban dari serangga seperti nyamuk, lalat, kecoa dan serangga lainnya. Dari 69 responden sebanyak 63 responden (91,3%). Melihat sebagian besar responden telah sadar akan kebersihan jamban ini merupakan suatu hal yang baik dan mesti dipertahankan.

Sarana jamban merupakan suatu hal yang mesti diperhatikan dikarenakan sarana jamban dapat mempengaruhi tingkat kejadian diare. Hal ini dapat dihubungkan melihat apabila tinja yang sudah terinfeksi mengandung virus 26 atau bakteri dalam jumlah besar. Bila tinja tersebut dihindangi oleh binatang dan kemudian binatang tersebut hinggap di makanan, maka makanan itu dapat menularkan diare ke orang yang memakannya. Pembuangan tinja merupakan bagian yang penting dari kesehatan lingkungan. Pembuangan tinja yang tidak menurut aturan, memudahkan terjadinya penyebaran penyakit tertentu yang penularannya melalui tinja, antara lain penyakit diare.

Tabel 8.12 Gambaran Sarana Pembuangan Sampah di Pulau Kodingareng Lompo

Sarana Pembuangan Smpah		Total	
		n	%
Pengolahan akhir sampah	Membuang ke laut	89	100
Pemilahan sampah	Ya	0	0
	Tidak	89	100
Wadah mengumpulkan sampah di dapur	Kantong plastik tertutup	5	5,6
	Kantong plastik terbuka	31	34,8
	Keranjang sampah terbuka	48	53,9
	Tidak ada tempat sampah	5	5,6
Halaman depan rumah bersih	Ya	65	73,0
	Tidak	24	27,0
Kegiatan pembuatan kompos	Ya	0	0
	Tidak	89	100

Menurut Undang-Undang No 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah merupakan sumber penyakit dan tempat berkembangbiaknya vektor penyakit seperti lalat, nyamuk, tikus, kecoa, dan sebagainya.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh responden yaitu sebanyak 89 responden (100%) pengolahan akhir sampahnya ialah membuangnya ke laut dan juga tidak melakukan pemilahan sampah. Melihat keseluruhan responden membuang sampahnya ke laut hal ini dapat mencemari air laut. Jika laut sudah tercemar sampah, maka virus, bakteri dan parasit akan hidup didalamnya. Hal ini dapat menyebabkan penyakit bagi orang yang berenang di laut. Penyakit-penyakit yang bisa disebabkan oleh air laut yang tercemar adalah diare dan gangguan pada kulit.

Di dalam ruangan, tempat sampah umumnya disimpan di dapur untuk membuang sisa keperluan dapur seperti kulit buah, sisa sayuran, botol ataupun sampah dapur lainnya. Berdasarkan wadah mengumpulkan sampah sementara di dapur responden paling banyak menggunakan wadah keranjang sampah terbuka sebagai tempat sampah sementara yaitu sebanyak 48 responden (53,9%). Tempat pembuangan sampah dalam keadaan terbuka termasuk mudah dihinggapi lalat dan vektor penyakit. Dan perlu kita ketahui bahwa lalat ataupun vektor penyakit lainnya dapat dengan mudah mengontaminasi makanan, minuman, serta peralatan yang berada di dapur.

Tempat sampah adalah tempat untuk menyimpan sampah sementara setelah sampah dihasilkan, yang harus ada di setiap sumber/penghasil sampah seperti sampah rumah tangga. Tempat sampah harus memenuhi kriteria syarat-syarat kesehatan. Tempat penampungan sampah sementara yang baik dan memenuhi syarat kesehatan haruslah: (1) Mudah dibersihkan; (2) Tidak mudah rusak; (3) Tidak berupa lokasi terbuka/tumpukan sampah yang dibuang atau dibiarkan begitu saja di atas permukaan tanah; (4) Sebaiknya tempat penampungan sampah sementara mempunyai tutup yang rapat untuk menghindari kumpulan lalat; (5) Sebaiknya tempat penampungan sampah sementara ditempatkan di luar atau jauh dari rumah dengan tujuan agar kebersihan rumah terjaga, menjaga kesejukan hawa/udara sekitar rumah dan mudah diangkut oleh petugas sampah/truk sampah (Junias, 2008).

Selanjutnya adalah hasil observasi peneliti mengenai kondisi lingkungan sekitar rumah responden. Jika melihat dari segi sampah yang berserakan 83 responden (93,3%) lingkungan sekitar rumahnya tidak terdapat sampah yang berserakan dan 6 responden (6,7%) lingkungan sekitar rumahnya terdapat sampah yang berserakan (**Tabel 8.13**).

Tabel 8.13 Gambaran Kondisi Sampah di Lingkungan Rumah Responden di Pulau Kodingareng Lompo

Sarana Pembuangan Sampah			Total	
			n	%
Kondisi sampah di lingkungan sekitar rumah	Banyak sampah berserakan	Tidak	83	93,3
		Ya	6	6,7
	Banyak lalat	Tidak	55	61,8
		Ya	34	38,2
	Banyak tikus	Tidak	83	93,3
		Ya	6	6,7
	Banyak nyamuk	Tidak	52	58,4
		Ya	37	41,6
	Banyak kucing/anjing	Tidak	87	97,8
		Ya	2	2,2
	Bau busuk yang mengganggu	Tidak	88	98,9
		Ya	1	1,1
	Menyumbat saluran	Tidak	89	100
		Ya	0	0
	Banyak anak bermain	Tidak	61	68,5
Ya		28	31,5	

Melihat dari segi banyaknya lalat yang berterbangan disekitar lingkungan sebanyak 55 responden (61,8%) kondisi lingkungan sekitar rumahnya tidak ada lalat yang berterbangan. Selanjutnya ialah nyamuk dari 89 responden, 37 responden (31,6%) yang kondisi lingkungan sekitar rumahnya ditemui nyamuk yang berterbangan. Populasi lalat dan nyamuk harus diperhatikan karena populasi vektor ini dapat meningkat dan akan

memudahkan serta membantu penularan penyakit seperti diare. Diketahui bahwa lalat ataupun nyamuk merupakan gen/vektor mekanis pasif yang paling berperan dalam transmisi penyebaran penyakit diare. Oleh karena itu populasi dan penyebaran nyamuk dan lalat haruslah diperhatikan.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Junias (2008) yang menyatakan bahwa ada hubungan antara kepadatan lalat dengan kejadian diare ($p=0,02$) di Kelurahan Oesapa Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang.

Tabel 8.14 Gambaran Sarana Pembuangan Air Limbah Responden di Pulau Kodingareng Lompo

Sarana Pembuangan Air Limbah		Total	
		n	%
Mempunyai SPAL	Ya	41	46,1
	Tidak	48	53,9
Air limbah dari dapur	Ke selokan	6	14,6
	Kejalanan/halaman	17	41,5
	Saluran terbuka	4	9,6
	Saluran tertutup	7	17,1
	Lubang galian	6	14,6
	Tidak tahu	1	2,6
Air limbah dari kamar mandi	Ke selokan	7	17,1
	Kejalanan/halaman	15	36,6
	Saluran terbuka	5	12,2
	Saluran tertutup	7	17,1
	Lubang galian	7	17,1
Air limbah dari tempat cuci pakaian	Ke selokan	7	17,1
	Kejalanan/halaman	17	41,5
	Saluran terbuka	5	12,2
	Saluran tertutup	7	17,1
	Lubang galian	5	12,2

Air limbah dari wastafel	Ke selokan	4	9,8
	Kejalan/halaman	13	31,7
	Saluran terbuka	4	9,8
	Saluran tertutup	6	14,6
	Lubang galian	4	9,8
	Tidak tahu	10	24,4
Lingkungan terkena banjir	Tidak pernah	69	77,5
	Sekali setahun	18	20,2
	Beberapa kali dalam setahun	2	2,2
Genangan air depan rumah	Ya	12	13,5
	Tidak	77	86,5
Saluran air hujan atau saluran air limbah	Ya, terbuka	37	41,6
	Ya, tertutup	8	9,0
	Tidak terlihat	44	49,4
Air saluran dapat Mengalir	Ya	58	65,2
	Tidak	31	34,8
Saluran air bersih dari sampah	Bersih dari sampah	22	24,7
	Tidak bersih dari sampah, tapi air tetap mengalir	35	39,3
	Tidak bersih dari sampah , saluran kering	1	1,1
	Tidak bersih	31	34,8

Air limbah adalah semua air/zat cair yang tidak lagi dipergunakan, sekalipun kualitasnya semakin baik. Air limbah meliputi semua air kotoran yang berasal dari perumahan (kamar mandi, kamar cuci, juga dapur) yang berasal dari industri-industri dan juga air hujan.

Hasil penelitian menunjukkan distribusi responden menurut saluran pembuangan air limbah (SPAL), dari 89 responden sebanyak 41 responden (46,1%) yang memiliki SPAL dan 48 responden (53,9%) yang tidak memiliki SPAL. Pengolahan air

limbah yang kurang baik dapat menimbulkan akibat buruk terhadap kesehatan masyarakat dan terhadap lingkungan hidup antara lain menjadi transmisi atau media penyebaran berbagai penyakit, menjadi media berkembangbiaknya mikroorganisme patogen, merupakan sumber pencemaran air permukaan, tanah, dan lingkungan hidup lainnya.

Dari 41 responden yang memiliki SPAL, saluran dari air limbah dapur paling banyak yang berakhir di halaman rumah responden yaitu sebanyak 17 responden (41,5%). Saluran dari air limbah kamar mandi paling banyak berakhir di halaman/jalanan yaitu sebanyak 15 responden (36,6%). Saluran dari air limbah tempat mencuci pakaian paling banyak berakhir di halaman/jalanan yaitu sebanyak 17 responden (41,5%). Saluran dari air limbah wastafel atau tempat mencuci tangan ataupun piring paling banyak berakhir di halaman/jalanan yaitu sebanyak 13 responden (31,7%). Melihat sebagian besar responden SPAL nya berakhir di jalanan atau halaman harus diketahui bahwa hal ini mempermudah penyebaran penyakit sesuai dengan teori Slamet (2004), bahwa air limbah domestik termasuk air bekas mandi, bekas cuci pakaian, maupun perabot dan bahan makanan, dan lain-lain. Air ini mengandung banyak sabun atau detergen dan mikroorganisme. Selain itu, ada juga air limbah yang mengandung tinja dan urin manusia. Dibandingkan air bekas cuci,

tinja dan urin ini jauh lebih berbahaya karena mengandung banyak kuman patogen dan merupakan cara transpor utama bagi penyakit bawaan air.

Adanya saluran pembuangan air limbah yang tidak tertutup, sehingga menimbulkan bau dan menjadi sarang berkembang biaknya vektor penyebar penyakit. Adapula masyarakat yang langsung membuang air limbah hasil dari rumah tangganya tanpa melalui saluran pembuangan yang memenuhi syarat kesehatan sehingga air limbah tersebut mencemari tanah dan dapat menjadi media penularan penyakit.

Selanjutnya dari 89 responden, sebanyak 12 responden (13,5%) yang terdapat genangan air di depan rumahnya dan 77 responden (86,5%) yang tidak terdapat genangan air di depan rumahnya. Sarana pembuangan air limbah harus baik dan sesuai standar dimaksudkan agar tidak ada air yang tergenang di sekitar rumah, hingga tidak menjadi tempat perindukan serangga ataupun dapat mencemari lingkungan/sumber air.

Dengan melihat kondisi saluran pembuangan air limbah yang tidak memenuhi syarat masih tinggi hal ini disebabkan karena ketidaktahuan masyarakat tentang cara-cara pembuangan air limbah yang memenuhi syarat dan dampak yang ditimbulkan antara lain sebagai tempat penularan bibit penyakit, dari aspek estetika dapat menimbulkan bau yang tidak sedap dan pandangan

yang kurang menyenangkan baik bagi keluarga maupun masyarakat sekitarnya dan dapat menyebabkan kejadian penyakit yang berbasis lingkungan seperti penyakit diare. Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran air permukaan atau air tanah yang mungkin digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, air minum, membersihkan peralatan dapur dan lain-lain.

Tabel 8.15 Gambaran Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun di Pulau Kodingareng Lompo

Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun			Total	
			n	%
Untuk apa sabun digunakan	Mandi	Ya	88	98,9
		Tidak	1	1,1
	Memandikan anak	Ya	55	61,8
		Tidak	34	38,2
	Menceboki anak	Ya	38	42,7
		Tidak	51	57,3
	Mencuci tangan sendiri	Ya	53	59,6
		Tidak	36	40,4
	Mencuci tangan anak	Ya	27	30,3
		Tidak	62	69,7
	Mencuci peralatan minum, makan dan masak	Ya	82	92,1
		Tidak	7	7,9
	Mencuci pakaian	Ya	84	94,4
		Tidak	5	5,6
Waktu anggota keluarga mencuci tangan	Sebelum ke toilet	Ya	5	5,6
		Tidak	84	94,4
	Setelah menceboki anak	Ya	73	82,0
		Tidak	16	18,0
	Setelah dari buang air	Ya	63	70,8

	besar	Tidak	26	29,2
	Sebelum makan	Ya	54	60,7
		Tidak	35	39,3
	Setelah makan	Ya	58	65,2
		Tidak	31	34,8
	Sebelum menyuapi anak	Ya	11	12,4
		Tidak	78	87,6
	Sebelum menyiapkan masakan	Ya	6	6,7
		Tidak	83	93,3
	Setelah memegang hewan	Ya	9	10,1
		Tidak	80	89,9

Cuci tangan pakai sabun (CTPS) merupakan perilaku sehat yang telah terbukti secara ilmiah dapat mencegah penyebaran penyakit menular seperti diare, infeksi saluran pernafasan atas (ISPA) dan flu burung, bahkan disarankan untuk mencegah penularan influenza.

Hasil penelitian menunjukkan distribusi responden berdasarkan perilaku cuci tangan pakai sabun. Dari 89 responden sebanyak 88 responden (98,9%) yang menggunakan sabun saat mandi. Saat memandikan anak sebanyak 55 responden (61,8%) menggunakan sabun. Saat menceboki anak, 38 responden (42,7%) yang menggunakan sabun. Saat mencuci tangan sendiri, sebanyak 53 responden (59,6%) yang. Saat mencuci tangan anak, sebanyak 27 responden (30,3%) yang menggunakan sabun. Saat mencuci peralatan makan, minum dan masak sebanyak 82 responden

(92,1%) yang menggunakan sabun. Saat mencuci pakaian, sebanyak 84 responden (94,4%) yang menggunakan sabun.

Selanjutnya hasil penelitian juga menunjukkan kapan waktu responden mencuci tangan pakai sabun. Dari 89 responden, 5 responden (5,6%) yang mencuci tangan sebelum ke toilet. Setelah menceboki anak, sebanyak 73 responden (82,0%) yang mencuci tangan pakai sabun. Setelah dari BAB, sebanyak 63 responden (70,8%) yang mencuci tangan pakai sabun. Sebelum makan, sebanyak 54 responden (60,7%) yang mencuci tangan pakai sabun. Setelah makan, sebanyak 58 responden (65,2%) yang mencuci tangan pakai sabun. Sebelum menyuapi anak, sebanyak 11 responden (12,4%) yang mencuci tangan. Setelah memegang hewan, sebanyak 9 responden (10,1%) yang mencuci tangan pakai sabun.

Lima waktu kritis untuk cuci tangan pakai sabun yang harus diperhatikan, yaitu antara lain sebelum makan, sebelum menyiapkan masakan, setelah buang air besar, setelah menceboki bayi/anak serta setelah memegang unggas atau hewan. Ada beberapa waktu lain yang juga penting dan harus dilakukan cuci tangan, yaitu antara lain sebelum menyusui bayi, setelah batuk/bersin dan membersihkan hidung, setelah membersihkan sampah serta setelah bermain di tanah atau lantai (terutama bagi anak-anak). Melihat hasil penelitian kebanyakan dari responden

masih tidak biasa akan perilaku mencuci tangan pakai sabun. Masih ditemukan waktu waktu yang penting untuk cuci tangan dan belum dilakukan oleh responden (Maryunani, 2012).

Kebiasaan yang berhubungan dengan keberhasilan perorangan yang penting dalam penularan diare adalah mencuci tangan. Mencuci tangan dengan sabun, terutama sesudah buang air besar, sesudah membuang tinja anak, sebelum menyuapi anak, dan sesudah makan, berdampak pada kejadian diare. Biasakan cuci tangan pakai sabun dan air bersih sebelum makan agar terhindar dari sakit perut dan cacingan, karena telur cacing yang mungkin ada dalam tangan atau kuku yang kotor ikut tertelan dan masuk ke dalam tubuh (Depkes RI, 2013)

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Djarkoni (2014) yang menyatakan ada hubungan antara perilaku cuci tangan pakai sabun dengan terjadinya diare pada anak usia sekolah dasar SD Advent Sario Kota Manado. Dengan nilai ($p=0,03$), ini berarti ada hubungan signifikan antara cuci tangan pakai sabun dengan adanya kejadian diare.

Distribusi penyakit diare berdasarkan orang (umur) sekitar 80% kematian diare tersebut terjadi pada anak di bawah usia 2 tahun. Data Tahun 2009 menunjukkan bahwa dari sekitar 125 juta anak usia 0-11 bulan, dan 450 juta anak usia 1-4 tahun yang tinggal di negara berkembang, total episode diare pada balita

sekitar 1,4 milyar kali per tahun. Dari jumlah tersebut total episode diare pada bayi usia di bawah 0-11 bulan sebanyak 475 juta dan anak usia 1-4 tahun sekitar 925 juta kali per tahun.

Penyakit diare merupakan salah satu penyakit yang berbasis lingkungan. Dua faktor yang dominan, yaitu sarana air bersih dan pembuangan tinja. Kedua faktor ini akan berinteraksi dengan perilaku manusia. Apabila faktor lingkungan tidak sehat karena tercemar kuman diare serta berakumulasi dengan perilaku yang tidak sehat pula, yaitu melalui makanan dan minuman, maka dapat menimbulkan kejadian diare.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurochman, A. 2005. *Studi Parameter Fisika-Kimia di Perairan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu. DKI Jakarta*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Adisasmito, W. 2007. *Sistem Kesehatan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Akbar, A W, Anwar D., dan Anwar M. 2014. *Analisis Risiko Lingkungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Sedimen Air Laut Di Wilayah Pesisir Kota Makassar*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin
- Ananto, P. 2006. *Usaha Kesehatan Sekolah di Sekolah Dasar dan Madrasah Ibtidaiyah*. Bandung: Yrama Widya.
- Andriyani. 2014. *Studi Sanitasi Dasar pada Penderita Diare di Pulau Kodingareng Kecamatan Sangkarrang Kota Makassar*. Skripsi Universitas Hasanuddin.
- Apriadi, D. 2005. *Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cr Pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (Perna Viridis L.) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor
- Asfawi, S. 2004. *Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Tingkat Produsen di Kota Semarang Tahun 2004*. Skripsi. Universitas Diponegoro.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Kecamatan Sangkarrang dalam Angka. Makassar.
- Bahri, S., M. Mirzan dan M. Hasan. 2012. *Karakteristik Enzim Amilase dari Kecambah Biji Jagung Ketan (Zea mays ceratina L)*. Jurnal Natural Science, 1 (1) : 132-143.

- Bakar, Sry S. A. 2016. *Analisi Tingkat Pencemaran Pelabuhan di Kota Benteng Kabupaten Kepulauan Selayar*. Skripsi Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.
- Baltrenas P., Baltrenaile E., Sereviciene V., Pereira P., 2011, *Atmospheric BTEX Concentrations in the Vicinity of the Crude Oil Refinery of the Baltic Region*, Environmental Monitoring and Assessment, Journal, Vol 182, November, p (1-4)
- Bartik, M, A.Piskac. 1981. *Veterinary Toxicology*. New York : Elseiver Scientific Publishing Company.
- Barus, Beta S. 2016. *Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Dan Merkuri (Hg) Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Banyuasin*. Maspari Journal Vol. 9 (1) p : 69 – 76. Januari
- Bhunia, A. 2008. *Foodborne Microbial Pathogens*. Springer. USA.
- Budianto. 2010. Bakteri *Bacillus*. Biologionline.info. (diakses 25 April 2018)
- Boaden, P.J.S., dan seed, R. *An Introduction to Coastal Ecology*. Btachie USA, New York. 1985.
- Cabral, J.P.S. 2010. Water Microbiology. *Bacterial Pathogens and Water*. Int. Journal of Environmental Research and Public Health, 7: 3657 – 3703.
- Cahyaningsih, C. T., Kushadiwijaya, H. & Tholib, A. 2009. *Hubungan Higiene Sanitasi Dan Perilaku Penjamah Makanan Dengan Kualitas Bakteriologis Peralatan Makan Pada Warung Makan*. Jurnal Berita Kedokteran Masyarakat.[
- CDC. 2016. *Kind of Botulism*. Centers for Disease Control and Prevention. (diakses 25 April 2018).
- Chandra, Budiman., 2007. *Pengantar kesehatan lingkungan*. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC.

Danuwirahadi, P. 2010. *Efektifitas Metode Expository Teaching terhadap Perilaku Mencuci Tangan dengan Menggunakan Sabun*. Tesis Universitas Katolik Soegijapranata.

Daud, A. 2007. *Aspek Kesehatan Penyediaan Air Bersih*. Makassar: CV. Healthy and Sanitation.

Departemen Kesehatan RI. 2005. *Pedoman Peran Kesehatan Masyarakat Nasional*. Jakarta.

_____. 2013. *Biasakan Cuci Tangan Pakai Sabun pada 5 Waktu Kritis*. [Online]. <http://www.depkes.go.id/index.php/berita/press-release/1694-biasakancuci-tangan-pakai-sabun-pada-5waktu-kritis.html>.

Dewi, L. F. 2008. *Studi Histopatologi Pengaruh Infeksi Enterobacter sakazakii dengan Rute Intraperitoneal pada Mencit (Mus musculus) Neonatus*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Direktorat Jenderal Pemberdayaan Masyarakat dan Desa. 2015. *Laporan Profil Kelurahan Pulau Kodingareng Tahun 2015*. Makassar.

Djarkoni, Ilham. 2014. *Hubungan Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun dengan Kejadian Diare di SD Advent Sario Kota Manado*. Jurnal Kedokteran Komunitas dan Tropik 2 (3): 95-98.

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius

Elfidasari, D., dkk. 2013. *Deteksi Bakteri Klebsiella pneumonia pada Beberapa jenis Rokok Konsumsi Masyarakat*. Jurnal.

Enhealth. 2012. *Environmental Health Risk Assessment Guidelines For Assessing Human Health Risks From Environmental Hazard*.

Erari, S.S., Mangimbulude, J., Lewerissa, K. 2012. *Pencemaran Organik di Perairan Pesisir Pantai Teluk Youtrfa Kota Jayapura, Papua*. Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa. 2012. ISBN: 978-979-028-550-7.

- Fardiaz, S., 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan Edisi Pertama. Cetakan Pertama*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Funke, B.R., Tortora, G.J., Case, C.L. 2004. *Microbiology: An Introduction*. Benjamin Cummings Ed: 8. San Francisco.
- Ghufran, M, dan H. Kordi K. 2009. *Budi Daya Perairan : Buku Kedua*. PT Citra Aditya Bakti
- Hatmanti, A. 2000. *Pengenalan Bacillus Sp*. Jurnal Oseana, Volume XXV, Nomor 1 : 31-41. ISSN 0216-1877.
- Hidayat, I. 2005. *Pengaruh pH terhadap Aktivitas Endo-1,4- β -Glucanase Bacillus sp*. AR 009. Jurnal Biodiversitas, 6(4) : 242-244.
- Ika. 2012. *Analisis logam timbal (Pb) dan besi (Fe) dalam air laut di wilayah pesisir pelabuhan ferry Taipa kecamatan Palu Utara [Skripsi]*. Palu: Universitas Tadulako.
- Indirawati, Sri M. 2017. *Pencemaran Logam Berat Pb Dan Cd Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan*. Jurnal Jumantik Vol. 2 No. 2
- ISSDP. 2011. *Laporan Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan Kabupaten Pesisir Selatan*. [Online].
- Ishak, Nuning I. 2017. *Analisis Risiko Lingkungan Logam Berat Merkuri Pada Sedimen Laut Di Wilayah Pesisir Kota Makassar*. Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol. 7 No. 2 Desember
- Isma, KP. 2011. *Gambaran Sanitasi Lingkungan Dan Penyakit Berbasis Lingkungan Pada Masyarakat Kelurahan Lette Kecamatan Mariso Kota Makassar Tahun 2011*. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Ismarti, dkk. 2017. *Studi Kandungan Logam Berat Pada Tumbuhan Dari Perairan Batam, Kepulauan Riau*. Dimensi Vol. 6 No. 1 p : 1-11. Januari
- Jawetz, Melnick, Adelberg., 2008. *Mikrobiologi Kedokteran*. (H. Hartanto, C. Rachman, A. Dimanti, A. Diani). Jakarta : EGC.p.199 – 200 : 233.
- Julius, E.S. 1990. *Mikrobiologi Dasar*. Binarupa Aksara Latar. Jakarta.
- Junias, Marylin. 2008. *Hubungan Antara Pembuangan Sampah dengan Kejadian Diare pada Penduduk di Kelurahan Oesapa Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang*. Jurnal MKM 3 (2): 92-104
- Kamal, Z dkk. 2003. *Identifikasi dan Penentuan Se, Cr, dan Fe dalam Ikan Kerapu, Air Laut, dan Algae dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron*. P3TM BATAN.
- Kanna, Iskandar. 2006. *Seri Budi Daya Lobster : Penangkapan, Pembinaan, dan Pembesaran*. Yogyakarta : Kanisius.
- Kayser, F. H., Bienz, K., Eckert, J. & Zinkernael, R. M. *Medical Mikrobiologi*. New york: Thieme; 2005.
- Khoeriyah, dkk. 2013. *Aspek Kualitas Bakteriologi dan Hygiene Sanitasi Fisik Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di 73 Kecamatan Cimareme Kabupaten Bandung Barat*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013
- Klaassen, C. D., M. O. Amdur, J. Doull. 1986. *Toxicology The Basic Science of Poisons*. New York : Macmillan Publishing Company
- Komari, Noer, Utami I, dan Ety Novita. 2013. *Kandungan Kadmium Dan Seng Pada Ikan Baung (Hemibagrus Nemurus) Di Perairan Trisakti Banjarmasin Kalimantan Selatan*. Jurnal Sains dan Terapan Kimia, Vol. 7 No.1 p : 42 – 49 Januari

- Kosim, M. Dan S. R. Putra. 2010. *Pengaruh Suhu Pada Protease dari Bacillus subtilis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Kusnoputranto, H. 2000. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kundera, N.A., & Sunarto, S. 2014. *Ekspresi Protein ADHF36 Strain Salmonella typhi dari Beberapa Daerah di Indonesia*. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 8 (1): 12-17.
- Kurniawan, A. 2011. *Pendugaan Status Pencemaran Air dengan Planton sebagai Bioindikator di Pantai Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur*. *Jurnal Kelautan* Vol. 1 No. 1 Edisi 2011.
- Leroy, F. & Biocosmos. 2013. *Enterobacter Bacteria*. Brilio.net.
- Mandala, W. F. 2016. *Kendala dan Strategi Pengolahan Sampah Pulau Barrang Lompo. Program Studi Budidaya Perairan*. Universitas Yapis Papua.
- Manos J and Belas R. 2006. *The Genera Proteus, Providencia, and Morganella*. Chapter 3.3.12, 10.1007/0-387-30746-x_12.
- Masdalina, C., Fadhliyah, I. & Risandi, D. P. 2017. *Analisi Bakteri (Escherichia coli) pada Air Laut dan Sedimen di Perairan Sei Ladi*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. UMRAH, Riau.
- Massie, Roy. 2013. *Kebutuhan Dasar Kesehatan Masyarakat di Pulau Kecil: Studi Kasus di Pulau Gangga Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara*. *Jurnal Litbang Depkes* 16 (2): 176-184.
- Medkes. 2015. <https://www.medkes.com/2015/06/shigellosis-gejala-penyebab-komplikasi-pengobatan.html>.
- Megasari, Rima. *Studi Tingkat Pencemaran dan Karakteristik Kualitas Air di Perairan Marina Ancol, Jakarta Utara*. [Skripsi]. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor.

- Massie, Roy. 2013. *Kebutuhan Dasar Kesehatan Masyarakat di Pulau Kecil: Studi Kasus di Pulau Gangga Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara*. Jurnal Litbang Depkes 16 (2): 176-184.
- Mimura et.al. 2007. *Small Island, Climate Change 2007: impacts, Adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group I into the Fourth Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change, Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutik, J.P., va der Linden, P.J. and Hanson, C.E., Eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press. Ch.16.*
- Mirza, M. N. 2014. *Hygiene Sanitasi dan Jumlah Coliform Air Minum. Jurnal Kesehatan Masyarakat*. [Online].<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kemas/article/download/2845/2901>
- Mohapatra, B. R, M. Bapuji & A. Sree. 2003. *Production of Industriual Enzymes (Amylase, Carboxymethylcellulase adn Protease) by Bacteria Isolated From Marine Sedentary Organism*. Acta Biotechnologica, 23 (1): 75-84.
- Mukarrom, Faisol. 2017. *Ekonomi Mineral Indonesia*. Yogyakarta : Penerbit ANDI (Anggota IKAPI)
- Naini, Iis, Hatta D, dan Risfidian M. 2015. *Kajian Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Kusta Dr. Rivai Abdullah Dan Analisis Risiko Terhadap Kesehatan Lingkungan*. Bioscientiae Vol. 2 No. 1 p: 60 -77 Januari
- Navarro, R. G. 2011. *Improving sanitation in coastal communities with special reference to Puerto Princesa, Palawan Province, Philippines. Student Research. School of Architecture*.
- Noerolandra. 2006. *Kejadian Diare dan Lingkungan Keluarga*. Jakarta: Gramedia.

- Nugroho, R. B. A. 2012. *Hubungan Faktor Risiko Terjadinya Acinetobacter sp MDRO Terhadap Kematian Penderita Sepsis di Picu Rumah Sakit Dr Kariadi Semarang*. Universitas Diponegoro.
- Nur, M. I., Ane, R. L. & Makmur, S. 2013. *Faktor Risiko Sanitasi Lingkungan Rumah Terhadap Kejadian Kecacangan Pada Murid Sekolah Dasar Di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar Tahun 2013*. Makassar: Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin.
- Nurhaedah. 2006. *Hubungan Antara Sanitasi Lingkungan Dan Hygiene Perorangan Dengan Kejadian Kecacangan Pada Murid SD Al-Akhyar Di Pesantren Pondok Madinah Sudiang Makassar*. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Palar, H 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rhineka Cipta.
- Pamungkas, Oktofa Setia. 2016. *Bahaya Paparan Pestisida Terhadap Kesehatan Manusia*. Jurnal Bioedukasi Vol. XIV No.1 April
- Patty, Simon I. 2013. *Distribusi Suhu, Salinitas Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Kema, Sulawesi Utara*. Jurnal Ilmiah Platax Vol. 1 No. 3 Mei
- Pelczar, M. J. & E. C. S. Chan 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi* Volume 2. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Prabowo, H E. 2004. *Ketika Sungai Cisadane Tercemar*. Kompas 19 Mei 2004
- Prarikeslan, Widya. 2016. *Oseanografi*. Jakarta : Kencana
- Presiden RI., 1999. Keputusan Pemerintah Nomor 19 Tentang Pengendalian Pencemaran dan atau Pengrusakan Laut. Jakarta.

- Purbowarsito, H. 2011. *Uji Bakteriologis Air Sumur di Kecamatan Semampir Surabaya*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga.
- Purba, Noir P. dan Widodo S. Pranowo. 2015. *Dinamika Oseanografi (Deskripsi Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Air Laut)*. Sumedang: Unpad Press
- Puskesmas Barrang Lompo., 2016. Data Sanitasi Lingkungan Pulau Barrang Lompo. Makassar: Dinas Kesehatan Kota Makassar.
- Radji, M., 2011, *Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran*, 14, 35, 107, 194, Jakarta, Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Raharjo, S. 2010. *Aplikasi Madu Sebagai Pengawet Daging Sapi Giling Segar Selama Proses Penyimpanan*.
- Rahde, A.F. 1994. *Lead Inorganic*. Newcastle-upon-Tyne, United Kingdom.
<http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/inorglea.htm>. 15 juli 2006.
- Rahmadani, Tatik, Sri M S, dan Irwan Said. 2015. *Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mambooro Kecamatan Palu Utara*. Jurnal Akademika Kimia Vol. 4 No. 4 p : 197 – 203 Desember
- Randa. 2012. *Analisis Bakteri Coliform (Fecaldan Non Fecal) pada Air Sumur di Komplek Roudi Manokwari*. Skripsi Universitas Papua.
- Riga, P. N., Buntuan, V. & Rares, F. 2015. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Aerob yang dapat Menyebabkan Infeksi Nosokomial di Ruang Instalasi Gizi BLU RSUP Prof. dr. R. D. Kandau Manado*. Jurnal *e-Biomedik*, Volume 3 Nomor 1.
- Risayekti, 2004, *Bahan Bakar Minyak dan Pelumas, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minyak dan Gas Bumi, Cepu*

- Robson, M. & Ellerbusch, F. 2007. *Introduction to Risk Assessment in Public Health*. In Robson, M.G., & Toscano, W.A., eds. *Risk Assessment for Environmental Health*. USA: John Wiley & Sons, Inc. Ch.1.
- Rochaddi, Baskoro dan Chrisna A S. 2013. *Konsentrasi Pestisida pada Sedimen dan Air Laut dan Kaitannya dengan Komunitas Benthik di Perairan Pantai Mlonggo Jepara*. Buletin Oseanografi Marina, Juli Vol. 2 p : 48 - 55
- Rumahlatu, Dominggus, Abdul Gofur, dan Hedi S. 2008. *Hubungan Faktor Fisik-Kimia Lingkungan Dengan Keanekaragaman Echinodermata Pada Daerah Pasang Surut Pantai Kairatu*. Jurnal MIPA Vol. 37 No. 1 Jnauari
- Salirawati, Das, Fitria M K, dan Jamil Suprihatiningrum. 2006. *Belajar Kimia Secara Menarik*. Jakarta : Grasindo
- Sasnita, Sofyatuddin K, dan Nurfadillah. 2017. *Analisis Logam Pb Pada Kerang Anadara Granosa Dan Air Laut Di Kawasan Pelabuhan Nelayan Gampong Deah Glumpang Kota Banda Aceh*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah Vol. 2 No. 1 p:74-79. Februari
- Setiowati, Tetty dan Deswaty Furqonita. 2007. *Biologi Interaktif*. Jakarta : AZKA Press
- Setyorini, D. 2003. *Mewaspadaai Bahaya Merkuri di Sumber Air Kita*. Ecological Observation and Wetlands Conservation. Gresik.
- Sharma, Mukesh. 2012. *Multidrug Resistant Pantoea agglomerans In a Patient with Septic Arthritis- a Rare Report From India*. International Journal of Microbiology Research. Volume 4.
- Siregar, CN. 2012. *Analisis Potensi Daerah Pulau-Pulau Terpencil Dalam Rangka Meningkatkan Ketahanan, Keamanan Nasional, Dan Keutuhan Wilayah NKRI Di nunukan Kalimantan Timur*.

- Slamet, Juli. 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sopiah, R Nida. 2000. *Pengelolaan Limbah Deterjen sebagai Upaya Minimalisasi Polutan di Badan Air Dalam Rangka Pembangunan Berkelanjutan*. Balai Teknologi Lingkungan – BPP, Teknologi, Serpong.
- Sopiani, Ani. 2014. *Menjaga Lautan dari Pencemaran dan Perusakan*. Mitra Edukasi Indonesia: Bandung
- Souisa, Gracia Victoria. 2017. *Konsentrasi Logam Berat Cadmium dan Timbal Pada Air dan Sedimen di Teluk Ambon*. Jurnal Elektronik Riset Kesehatan Vol. VII No. 1 Februari
- Srianta, 2003. *Deteksi Salmonella pada Nasi Goreng yang Disediakan oleh Restoran Kereta Api Kelas Ekonomi*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Program Studi Teknologi Pangan. FATETA. Universitas katolik widya mandala Surabaya. Surabaya.
- Sufardin., 2016. *Jumlah Bakteri Salmonella sp. Pada Kolom Air dan Sedimen di Bagian Barat Pulau Barrang Lompo*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Suhana. 2008. *An understanding of archipelagos and the availability of food*.
- Suhelmi, Reni, Ruslan L A, dan Syamsuar M. 2014. *Hubungan Masa Kerja, Higiene Perorangan Dan Penggunaan Alat Pelindung Diri Dengan Keluhan Gangguan Kulit Petani Rumput Laut Di Kelurahan Kalumeme Bulukumba* [Skripsi]. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin
- Suhendrayatna. 2002. *Heavy Metal Bioremoval by Microorganisms : A Literature Study*. Institute for Science and Technology Studies (ISTECS)-Chapter Japan

- Suryani. 2010. *Klebsiella, Golongan Bakteri yang Mengganggu Saluran Pernafasan*
- Suparmin, Soeparman. 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: EGC.
- Syahrurachman, A., Chatim, A. & K., A. S. W. 2010. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*, Tangerang, BINARUPA AKSARA.
- Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suriaman, E. & Apriliasari, W. P. 2017. *Uji MPN Coliform dan Identifikasi Fungsi Patogen Pada Air Kolam Renang di Kota Malang*. Analisis Kesehatan. Akademi Analisis Kesehatan Malang. Jurnal Sain Health Vol. 1 No. 1 Edisi Maret 2017.
- Team SOS. 2011. *Pemanasan Global Solusi dan Peluang Bisnis*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- The European Chemical Industry Council*. 2007. Risk and Hazard - how they differ. Document on the World Wide Web
- Tumelap, H. J. 2011. *Kondisi Bakteriologik Peralatan Makan di Rumah Makan Jombang Tikala Manado*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 1.
- UNESCO. 2008. *Hydrology and water resources of small islands: a practical guide*. Study and Report on Hydrology No. 49.
- Wahyuni. Eva. A. 2015. *Bakteri Indikator Pencemaran di Perairan Kabupaten Bangkan*. Jurnal Kelautan Vol. 1 No. 1 Edisi April 2015
- Warni, Desi, Sofyatuddin Karina, dan Nurfadillah. 2017. *Analisis Logam Pb, Mn, Cu, Dan Cd Pada Sedimen Di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah Vol. 2 No. 2 p : 246 – 253. April

Wati, Ratna. 2011. *Pengaruh Pemberian Penyuluhan PHBS Tentang Mencuci Tangan Terhadap Pengetahuan dan Sikap Mencuci Tangan pada Siswa Kelas V di SDN Bulukantil Surakarta*. Skripsi Universitas Negeri Surakarta.

World Health Organization (WHO). 2013. *Sanitation*. [Online].
<http://www.who.int/topics/sanitation/en/>.

Yuliani, Rifky L dkk. 2015. *Pengaruh Limbah Detergen Industri Laundry terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)*. Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya.

INDEKS

A

Abiotik 86
Aerobik 47,48
Akumulatif 83
Alloy amalgama 66
Amilase 34
Anaerobik fakultatif 47,48,50
Anorganik 19,61,106
Antiseptik 21
Antropogenik 68
Archipelago state 89
Atmosfer 3,17,28
Auxochrome 24

B

Biota 10,27
BOD 19
BSA 44
Budidaya 9,10
Buffer 13
Builders 80

C

Chlorinated hydrocarbons 15

Chromogen 24
Composting 108
Continental 31
Coral reef 121

D

Desalinasi 11
Desinfektan 58
Degradable 67,74
Degredasi 23
Difusi 62
Dispersi 67
Dumping 15

E

Efluen 17
EHRA 131,137
Emmitter 63
Endemik 130
Ekosistem 31
Eksotoksin 34
Endokarditis 49
Endospora 35
Enterotoksin 39,41

Estuari 60
Eutrofikasi 26
Evaporasi 58
Exposure 86,133

F

Fitoplankton 28
Flagella 33
Fosil 4
Fotolisis 86
Fotosintesis 18

G

Gastrointestinal 42
Glukosa 33
Ground Water 94

H

Hazard 133
Hidrokarbon 62
Hidrolisis 21,87

I

Impurities 88
Inceneration 108
Indikator 17

Insular 120
Ion karbinat 3
Irreversible 88
Itai-itai disease 76

K

Kalium karbonat 3
Karnivores 29
Koloidal 18
Komersial 17
Kompos 108
Komoditas 9
Kondensasi 3
Konservasi 12
Korosi 19

L

Landfill 108
Laut Abadi 9
Laut transgresi 4
Laut ingresi 4,5
Laut Regresi 4,5
Laut Tepi 5,6
Laut Pertengahan 5,6
Laut Pedalaman 5,6
Lethality 85
Leukimia 65

M

Mangrove 121
Marine Pollution 15
Maritim 11,13
Mikroskopis
Minamata disease 66
Mineral 2,77
Mixing 59
Morbiditas 130
Mortalitas 130
Mutagen 82

O

Oportunistik 34,50
Organik 18,61,106
Oseanografi 59
Outgassing 60
Over-eksploitasi 124

P

PAH 62
Paparan 132
Patogen 19,39,40,45,49,97
Persisten 84
Pestisida 17,80
Planktivores 29

Potensial 9,12
Predasi 56
Preventif 139
Promotif 139
Protease 34
PSU 59
Pupuk 17

R

Radioaktif 26
Resisten 58
Reversible 88

S

Salinitas 2,58,60
Seagrass 121
Secchi disk 57
Selulase 38
Sewage outlets 15
Severity 86
Skematik 17
Storage 147
Strain 40
SST 53
Surfaktan 80
Synthetic chemical 15

T

TDS 95,98

TEL 70

TPA 107

TPS 107

Thermal 20,21

Threshold 85

Teluk 2

U

Upwelling 55

Uji Voges Proskauer 44

V

Volatil 63

W

Waste 146

Water-based mechanism 102

Waterborne mechanism 101

Water-related insect vektor 102

Waterwashed mechanism 102

X

Xenobiotics 84

XLD 45

Y

Yellow fever 103

Z

Zinc pyrithione 77

Zinc sulfate 77

Zona Lithoral 6

Zona Neritic 7

Zona Bathyal 7

Zona Abysal 7

Zooplankton 28



Penerbit :
Lembaga Penjaminan Mutu dan Pengembangan
Pendidikan - Universitas Hasanuddin

ISBN 978-602-52910-4-3

