

**BIOKONSENTRASI DAN SEBARAN MIKROBA PATOGEN
SEBAGAI LANDASAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN
TERCEMAR AIR *BALLAST*
DI PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG**

Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi Program Doktor (S-3)
pada Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan
Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang



Iksiroh El Husna
NIM 300002145100009

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG 2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

UJIAN TERTUTUP

**BIOKONSENTRASI DAN SEBARAN MIKROBA PATOGEN
SEBAGAI LANDASAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN
TERCEMAR AIR BALLAST DI PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG**

**Iksiroh El Husna
NIM 30000214510009**

Telah disetujui oleh :

Telah diuji dan dinyatakan lulus Ujian Tertutup pada Tanggal 30 Bulan Desember Tahun 2021 oleh Tim Penguji Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan,

Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro

Promotor


Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS

Co-Promotor


Dr. Henna R. Sunoko Abdurachim, Apt., MES.

Co-Promotor


Dr. Su bagiyo, M.Si

Mengetahui:

Dekan
Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro

**Dr.R.B. Sularto,S.H., M.Hum
NIP.19670101 199103 1 005**

Ketua Program Studi
Doktor Ilmu Lingkungan
Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro


**Dr. Budj Warsito, S.Si,M.Si
NIP.19750824199903100**

PENGESAHAN

BIOKONSENTRASI DAN SEBARAN MIKROBA PATOGEN SEBAGAI LANDASAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN TERCEMAR AIR *BALLAST* DI PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG

Iksiroh El Husna

NIM 30000214510009

Pimpinan Sidang :

Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc.

Sekretaris Sidang :

Dr. Budi Warsito, S.Si, M.Si.

Anggota Tim Penguji :

Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, M.S.

Dr. Henna Rya Sunoko Abdurachim, Apt. MES.

Dr. Subagiyo, M.Si.

Prof. Dr. Agatha Sih Piranti, M.Sc.

Dr. dr. Suhartono, M.Kes.



The image shows five handwritten signatures in blue ink, each positioned above a horizontal dotted line. The signatures are: 1. A long, sweeping signature at the top. 2. A signature with a large loop. 3. A signature with a large 'R' and a dash. 4. A signature with a large 'H' and a dash. 5. A signature with a large 'S' and a dash.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah subhanahu wata'ala atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dimampukan untuk menyelesaikan disertasi ini dengan judul **“Biokonsentrasi Dan Sebaran Mikroba Patogen Sebagai Landasan Pengelolaan Lingkungan Tercemar Air *Ballast* Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang”** dengan baik.

Terima kasih yang mendalam kepada bapak Dr R.B. Sularto, S.H., M.Hum. selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro dan bapak DR. Budi Warsito, SSi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, yang telah berkenan menerima saya sebagai mahasiswa dan kesempatan untuk menimba ilmu di Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Saya menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada bapak Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, M.S. selaku Promotor dan Ibu Dr. Henna Rya Sunoko Abdulrachim, Apt., MES serta bapak Dr. Subagiyo, M.Si selaku Co Promotor yang telah membimbing dengan penuh dedikasi yang tinggi dan penuh keiklasan dalam memberikan ilmunya kepada saya. Melalui beliau bertiga, saya mendapat tokoh panutan/ figur terbaik dari insan pendidik. Terima kasih sebesar-besarnya atas support Prof. Dr. Agatha Sih Piranti, M.Sc. dan bapak Dr. dr. Suhartono, M.Kes. yang telah memperkaya saya dengan ilmu dan pengetahuannya sehingga membuat disertasi ini semakin baik. Kepada segenap staf pengajar dan Tendik di Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan, saya sampaikan ucapan banyak terima kasih

atas ketulusanya mendukung kelancaran studi saya selama menjadi mahasiswa di Universitas Diponegoro. Terima kasih tak terhingga kepada bapak Kepala Badan Pengembangan SDM Perhubungan dan Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ) Tegal serta Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang yang telah mengizinkan saya menempuh studi S3 di Universitas Diponegoro. Untuk teman-teman sejawat di Unit Kesehatan PKTJ Tegal dan Unit Kesehatan PIP Semarang atas kerjasama dan pengertiannya selama saya menempuh pendidikan, saya haturkan terima kasih.

Duhai Allah bila tulisan ini memberi manfaat bagi semesta, maka sampaikanlah kebaikan itu untuk yang sangat saya hormati dan banggakan, ibu dan bapak Mahfudz (almarhum) di sisi terbaik Mu. Terima kasih atas cinta, doa dan dukungan dalam berbagai bentuk dari anakku Faiz Syah Bestari dan keluarga besar Mahfudz, Allah subhanahu wata'ala yang membalas semua pengorbanan yang telah dicurahkan selama ini. Tak lupa saya mengucapkan terima kasih kepada Hanung, mas Seno, Nenik, Amel, Galank, Bayu dan Rifda, serta kepada semua pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan disertasi ini dengan baik.

Disertasi ini tidak lengkap dan belum sempurna, banyak kekurangan diberbagai aspek, untuk itu segala saran dan kritik membangun sangat saya harapkan untuk meningkatkan kualitas dari disertasi ini. Akhir kata, saya berharap disertasi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Semarang, 24 Desember 2021
Penyusun,

Iksiroh el Husna

PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Iksiroh El Husna
NIM : 30000214510009
Tempat/Tanggal Lahir : Purworejo, 9 Oktober 1965
Program Studi : Doktor Ilmu Lingkungan

Dengan ini menyatakan bahwa disertasi yang saya susun dengan judul: **Biokonsentrasi Dan Sebaran Mikroba Patogen Sebagai Landasan Pengelolaan Lingkungan Tercemar Air Ballast Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang**, adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, dan bukan merupakan plagiat dari disertasi atau karya ilmiah orang lain kecuali dengan acuan atau kutipan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim. Apabila di kemudian hari pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan bilamana diperlukan.

Semarang, 24 Desember 2021

Pembuat pernyataan

Iksiroh El Husna

NIM. 30000214510009

ABSTRAK

Air *ballast* kapal yang dipergunakan sebagai stabilisator kapal saat tanpa muatan, telah memberi dampak negatif baik bagi kesehatan dan lingkungan bahkan menimbulkan kerugian secara ekonomi. Salah satunya yang diakibatkan oleh mikrobia patogen yang ada di dalamnya. Penelitian bertujuan (1) Mengkaji kandungan (jenis dan jumlah) mikrobia patogen pada air *ballast* dan pada perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang (PTES), (2) Mengkaji luas penyebaran mikrobia patogen dari air *ballast* pada perairan PTES dan kandungan mikroba patogen dalam ikan dan kerang tangkap, (3) Mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap pengelolaan lingkungan dan 4) Merumuskan strategi pengelolaan lingkungan pada perairan PTES akibat cemaran air *ballast*. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif. Lokasi penelitian pada perairan PTES terbagi menjadi 7 stasiun yang mewakili semua kondisi yang ada di wilayah PTES dan 2 diantaranya adalah muara sungai yang terdapat di wilayah PTES yaitu Kali Banger dan muara Kali Baru.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa mikroba pada air *ballast* tidak ada perbedaan dengan mikroba yang ada pada perairan PTES dan ikan. Pada sampel air ballast, perairan PTES dan ikan ditemukan bakteri *V. cholerae*, *S. typhii*, *S. desenteriae*, *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterococcus intestinal*, *Stapylococcus epidermidis*, *Bacillus subtillis* dan *Actonibacter*. Pada kerang ditemukan bakteri *S. typhii*, *E. coli*, *E. intestinal* dan *B. subtillis*. Pada penelitian ini juga ditemukan 2 jenis bakteri *Vibrio* yang belum pernah diinformasikan keberadaannya di perairan pantai Indonesia yaitu *V. natriegens* dan *V. fortis*. Berdasarkan hasil analisis dan sebaran mikrobia patogen tersebut, penelitian ini telah menyusun strategi pengelolaan berbasis struktural dan non struktural.

Kata Kunci: Air *ballast*, bakteri patogen, Pelabuhan Tanjung Emas Semarang

ABSTRACT

Ballast water, which is used as a ship stabilizer when it is not loaded, has a negative impact on health, the environment and even causes economic losses. One of them is caused by pathogenic microbes in it. The objectives of the research are (1) to examine the content (type and number) of pathogenic microorganisms in ballast water from ships that stop and discharge ballast water in the waters of the Tanjung Emas Port, Semarang (Port of Tanjung Emas Semarang/PTES), (2) to examine how far the spread of planktonic microorganisms from ballast water in the work environment Tanjung Emas Port, Semarang and how much pathogenic microbial content is in captured fish and shellfish, (3) Identifying internal and external factors that affect environmental management and (4) Formulating a port environmental management strategy so as not to be affected by contamination of pathogenic microorganisms from ballast water. This case study research was conducted using descriptive analytic method. The research location is the PTES waters which is divided into 7 research stations, namely based on considerations that represent all conditions that exist in the PTES area and 2 of them are river estuaries in the PTES area, namely Banger River, and Kali Baru estuary.

The results of the study showed that in ballast water, PTES waters, fish were found to have bacteria *V. cholerae*, *S. typhii*, *S. desenteriae*, *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterococcus intestinal*, *Stapylococcus epidermidis*, *Bacillus subtillis* and *Actonibacter*. In shellfish, only *S. typhii*, *E. coli*, *E. intestinal* and *B. subtillis* were found. This study also found 2 types of *Vibrio* bacteria that have never been confirmed to exist in Indonesian coastal waters, namely *V. natriegens* and *V. fortis*. Based on the results of the analysis and distribution of these pathogenic microbes, this study has developed a structural and non-structural based management strategy.

Keywords: *Ballast water, pathogenic bacteria, Port of Tanjung Emas Semarang*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN TERTUTUP	i
PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
GLOSARI.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xxvii
RINGKASAN.....	xxix
SUMMARY	xxxii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah	11
C. Orisinalitas Penelitian	14
D. Tujuan Penelitian	29
E. Manfaat Penelitian	29
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	31
A. <i>Air Ballast</i>	31
B. Sumber <i>Air Ballast</i>	33
C. Pembuangan <i>Air Ballast</i>	36

D.	Mikroorganisme Air <i>Ballast</i>	37
1.	<i>Vibrio cholerae</i>	37
2.	<i>Staphylococcus sp.</i>	39
3.	<i>Streptococcus</i>	40
4.	<i>Salmonellae thypii</i>	42
5.	<i>Shigellae</i>	43
6.	Coliform (<i>E. coli</i> , <i>Klebsiellae</i> dan <i>Enterobacter</i>)	44
E.	Manajemen Pengelolaan Air <i>Ballast</i>	45
F.	Prediksi Sebaran Mikroorganisme Melalui Air <i>Ballast</i>	50
BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS		51
A.	Kerangka Teori	51
B.	Kerangka Konsep.....	53
C.	Hipotesis	55
BAB IV METODE PENELITIAN		56
A.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	56
B.	Desain Penelitian	58
C.	Populasi dan Sampel.....	59
D.	Variabel Penelitian.....	60
E.	Materi Penelitian.....	62
F.	Alat dan Bahan.....	62
G.	Teknik Pengumpulan Data.....	65
H.	Teknik pengambilan sampel	65
I.	Teknik Pemeriksaan Sampel.....	66

1.	Pembuatan seri pengenceran	66
2.	Identifikasi dan penghitungan kelimpahan Mikroba Patogen.....	67
J.	Identifikasi Molekuler Bakteri yang tumbuh di media TCBS.....	71
1.	Penanaman bakteri pada media TCBS	71
2.	Ekstraksi, amplifikasi, dan sekuensing gen 16 S rRNA.....	71
K.	Wawancara dengan kru kapal dan pengelola pelabuhan	73
L.	Pengolahan dan Analisis Data	74
1.	Pengolahan Data.....	74
2.	Analisis Data	75
M.	Penyusunan Strategi Pengelolaan Lingkungan Pelabuhan Tanjung	77
N.	Diagram Alir Penelitian	77
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	79
A.	Daerah lingkungan kerja perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang (PTES).	79
B.	Mikrobia patogen pada air <i>ballast</i> kapal yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang	80
C.	Sebaran mikrobia patogen perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang	91
D.	Biokonsentrasi mikrobia patogen di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang	100
E.	Mikroba patogen di stasiun pengamatan muara sungai Kali Banger dan Kali Baru	109
F.	Model Sebaran mikrobia patogen dari air <i>ballast</i> kapal pada perairan PTES	111
1.	Analisis hubungan antara jenis-jenis mikrobia patogen pada air <i>ballast</i> , perairan Pelabuhan dan biota laut.....	111
G.	Strategi Pengendalian Dampak Air <i>Ballast</i>	113
1.	Aspek Regulasi.....	113

2.	Aspek Teknologi	120
3.	Aspek Sumberdaya Manusia	126
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	128
DAFTAR PUSTAKA	131
LAMPIRAN	151
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	166

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar Penelitian tentang Air <i>Ballast</i>	14
Tabel 2.1. Standar Kinerja D-2 <i>BWM Convention</i>	35
Tabel 2.2 Standart kinerja D-1 <i>BWM Convention</i>	45
Tabel 4.1 Koordinat Lokasi Penelitian	57
Tabel 4.2 Matrik Variabel	61
Tabel 4.3 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian	62
Tabel 4.4 Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian	63
Tabel 4.5 Panduan pertanyaan untuk kru kapal, PSC dan MI untuk mendapatkan informasi mengenai pengelolaan air <i>ballast</i> kapal.....	73
Tabel 4.6 Panduan pertanyaan untuk pengelola pelabuhan untuk mendapatkan informasi mengenai pengelolaan air limbah pelabuhan.....	74
Tabel 5.1 Kelimpahan jenis-jenis mikrobia patogen (CFU/100 mL) di air <i>ballast</i> kapal barang yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Periode bulan Februari Sampai Mei tahun 2021	82
Tabel 5.2 Hasil analisis Blast sekuens gen 16 S rRNA 5 koloni bakteri yang berbeda yang tumbuh di medium TCBS yang berasal dari air <i>ballast</i> kapal.....	89
Tabel 5.3 Sebaran mikroba patogen perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang	94
Tabel 5.4. Hasil analisis BLAST gen 16 s rRNA koloni bakteri yang berbeda yang tumbuh di medium TCBS yang berasal dari Perairan Tanjung Emas	99
Tabel 5.5 Sebaran kelimpahan bakteri patogen (CFU/100 ml) pada kerang dan ikan di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang	104

Tabel 5.6 Sebaran kelimpahan bakteri patogen (CFU/100 ml) pada sungai yang bermuara pada perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.....	110
Tabel 5.7 standar D-2 Konvensi BWM.....	113
Tabel 5.8 Matriks teknologi pengolahan air <i>ballast</i>	120
Tabel 5.9 Perbandingan Metode Treatment	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kapal menurunkan barang/muatan	31
Gambar 2.2. Kapal berlayar dengan membawa air <i>ballast</i> dan memuat air <i>ballast</i> dikarenakan kargo kosong	31
Gambar 2.3. Kapal sampai ke pelabuhan tujuan	32
Gambar 2.4. Kapal membawa barang, berlayar kembali, memuat barang dan membuang tangki <i>ballast</i> kosong (Sumber: Briski et al, 2012)	32
Gambar 2.5 Biakan <i>Vibrio cholerae</i> (Di et al. 2013)	38
Gambar 2.6 Morfologi <i>Vibrio cholerae</i> (Kawuri et al., 2015)	38
Gambar 2.7 <i>Staphilococcus aureus</i> (Karimela et al., 2017)	39
Gambar 2.8 <i>Streptococcus</i> (Pribadi et al., 2020)	40
Gambar 2.9 <i>Salmonellae</i> (Hardianto, 2019)	42
Gambar 2.10 <i>Shigella</i> (Aini, 2018)	43
Gambar 2.11 <i>Escherichia coli</i> (Jamilatun & Aminah, 2016)	44
Gambar 2.12 <i>Klebsiella sp</i> (Dita et al., 2019)	44
Gambar 4.1 Lokasi dan stasiun penelitian	57
Gambar 5.1 Kelimpahan jenis-jenis bakteri patogen pada tiap sampel air <i>ballast</i> kapal barang yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Periode bulan Februari Sampai Mei tahun 2021	85
Gambar 5.2 Kelimpahan masing-masing jenis patogen yang ditemukan dalam sampel air <i>ballast</i> kapal yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Periode bulan Februari Sampai Mei tahun 2021	86

Gambar 5.3 Kelimpahan relative masing-masing jenis patogen yang ditemukan dalam sampel air <i>ballast</i> kapal yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Periode bulan Februari Sampai Mei tahun 2021	86
Gambar 5.4 Prosen jumlah sampel air <i>ballast</i> kapal yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Periode bulan Februari Sampai Mei tahun 2021 dengan jenis patogen tertentu.....	87
Gambar 5.5 Pohon Filogenetik sampel bakteri dari air <i>ballast</i> kapal dari Pelabuhan Tanjung Emas menggunakan metode <i>Neighbor Joining</i> , bootstrap 1000 kali pengulangan, model Kimura 2-parameter dengan <i>Ingroup</i> yang diambil dari data <i>GeneBank</i> (www.ncbi.nlm.nih.gov).....	90
Gambar 5.6 Hasil isolasi bakteri <i>Vibrio</i> dalam cawan petri dan hasil amplifikasi gen 16 S rRNA yang divisualisasikan pada gel electrophoresis	91
Gambar 5.7 Peta sebaran mikrobia patogen <i>V. cholera</i> , <i>Salmonella thypii</i> , <i>E. coli</i> dan <i>Klebsiella</i> di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang periode bulan Februari Sampai Mei tahun 2021	96
Gambar 5.8 Peta sebaran mikrobia patogen <i>Enterococcus intestinale</i> , <i>Shigella desenteriae</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> dan <i>Basillus subtilis</i> di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang periode bulan Februari Sampai Mei tahun 2021	97
Gambar 5.9. Peta sebaran mikrobia patogen <i>Actinobacteria</i> di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang periode bulan Februari Sampai Mei tahun 2021.....	98
Gambar 5.10. Pohon Filogenetik sampel bakteri dari perairan sekitar Tanjung Emas menggunakan metode <i>Neighbor Joining</i> , bootstrap 1000 kali pengulangan, model Kimura 2-parameter dengan <i>Ingroup</i> yang diambil dari data <i>GeneBank</i> (www.ncbi.nlm.nih.gov).....	100

Gambar 5.11 Kelimpahan jenis-jenis bakteri patogen dalam sampel kerang yang ditangkap di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang periode Februari – Mei 2021	107
Gambar 5.12 Kelimpahan relatif jenis-jenis bakteri patogen dalam sampel kerang yang ditangkap di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang periode Februari – Mei 2021 ...	107
Gambar 5.13 Kelimpahan jenis-jenis bakteri patogen dalam sampel ikan yang ditangkap di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang periode Februari – Mei 2021	108
Gambar 5.14 Kelimpahan relative jenis-jenis bakteri patogen dalam sampel ikan yang ditangkap di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang periode Februari – Mei 2021 ...	108
Gambar 5.15 Kelimpahan dan kelimpahan relative jenis-jenis mikrobia patogen di lokasi penelitian muara sungai Kali Banger dan Kali baru.....	109
Gambar 5.16 Peta model luas sebaran mikrobia patogen dari air <i>ballast</i>	111

GLOSARI

- Abiotik* : komponen lingkungan yang terdiri dari atas makhluk tidak hidup
- Acidosis* : kondisi yang terjadi ketika kadar asam di dalam tubuh sangat tinggi. Kondisi ini ditandai dengan beberapa gejala, misalnya napas pendek, linglung, atau sakit kepala. Normalnya, pH darah di dalam darah adalah sekitar 7,4.
- Aerob* : adalah respirasi yang memerlukan oksigen,
- Air Ballast (ballast water)* : air yang digunakan oleh kapal pada saat muatan kosong atau setengah terisi, sebagai pemberat untuk menjaga stabilitas dan keseimbangan kapal.
- Anaerob* : adalah respirasi yang tidak membutuhkan oksigen
- Artemia salina* : merupakan salah satu jenis pakan alami yang sangat diperlukan dalam pembenihan udang dan ikan
- Atherosclerosis* : penyempitan dan pengerasan pembuluh darah arteri akibat penumpukan plak pada dinding pembuluh darah.
- Bacteremia* : adanya bakteri di dalam darah
- Ballast Water Convention* : konvensi yang mengatur pengendalian dan pengelolaan air ballast dan sedimen kapal, yang bertujuan untuk mencegah penyebaran
- Ballast Water Discharge* : air *ballast* yang akan dibuang ke laut
- Ballast water exchange* : proses pergantian air dalam tangki *ballast* kapal

- Ballast Water Management* : proses mekanis, fisika, kimia dan biologi baik sendiri atau kombinasi, untuk mengeluarkan, mengurangi bahaya atau menghindari pengambilan atau pengeluaran organisme perairan yang berbahaya dalam air *ballast* dan sedimen
- Ballast Water Management (Management Plan)* : dokumen yang merujuk regulasi B-1 dari Konvensi yang menguraikan proses manajemen air *ballast* dan implementasi prosedur di setiap kapal
- Ballast Water Management System* : sistem yang memproses air *ballast* yang sesuai atau melebihi standar kinerja air *ballast* sesuai regulasi D-2, termasuk peralatan pengolahan, kontrol, monitoring dan fasilitas sampling
- Ballast Water Record Book* : adalah catatan tentang kegiatan pengoperasian *ballast* di atas kapal
- Ballast Water Tank* : setiap tangki, palka atau ruangan yang dipergunakan untuk membawa air *ballast* seperti dinyatakan pada Artikel 1 dari Konvensi BWM
- Ballast Water Treatment Equipment* : peralatan dengan proses mekanis, fisika, kimia atau biologi baik secara sendiri atau kombinasi untuk mengeluarkan bahaya atau menghindari pengambilan atau pengeluaran organisme akuatik berbahaya dan patogen dalam air *ballast* dan sedimen. Peralatan pengolahan air *ballast* dapat beroperasi pada pengambilan atau pengeluaran air *ballast*, selama pelayaran atau kombinasi keduanya.
- Biotik* : komponen lingkungan yang terdiri dari atas makhluk hidup
- Brachionus* : merupakan salah satu zooplankton yang dibutuhkan sebagai bahan

- plicatilis* pakan larva-larva ikan
- Bradycardia* : adalah kondisi ketika jantung berdetak lebih lambat dari harga normal (< 60 x/ menit)
- Citrobacter* : termasuk bagian mikroflora intestinal pada manusia dan hewan, menyebabkan daire
- Congenital deformities* : kelainan bawaan lahir pada bentuk atau ukuran tungkai
- Dehidrasi* : suatu kondisi yang disebabkan oleh hilangnya cairan dalam tubuh dari yang didapatkan. Akibatnya, keseimbangan gula garam tubuh terganggu dan tubuh tidak dapat menjalankan fungsi normalnya.
- Disentri basillus* : adalah disentri yang disebabkan oleh infeksi keluarga bakteri Shigella di dalam usus dan rektum, yang ditandai dengan diare dan feses berdarah. Infeksi ini sangat menular
- Edema* : penumpukan cairan dalam ruang di antara sel tubuh
- Eksudat purulen* : adalah eksudat yang mengandung campuran bakteri, sel radang neutrofil dan jaringan yang rusak, terjadi dari pada nanah
- Endocarditis acute* : peradangan akut pada otot jantung
- Entamuba* : genus Amoebozoa yang ditemukan sebagai parasit internal atau komensal hewan.
- Enterobacter* : genus dari bakteri Gram negatif yang termasuk dalam famili Enterobacteriaceae, secara normal ditemukan dalam saluran pencernaan pada manusia dan hewan.

- Enterococcus* : dapat hidup dengan ada oksigen ataupun tanpa oksigen, merupakan flora normal saluran pencernaan, vagina dan rongga mulut.
- Erysipelas* : infeksi akut berupa bercak di kulit yang biasanya muncul di tungkai kaki, tangan, muka, dan jari-jari, merupakan infeksi di lapisan atas kulit yang biasanya disebabkan oleh bakteri Streptococcus
- Escherichia coli* : bakteri flora normal pada saluran cerna manusia, yang berfungsi untuk menjaga kesehatan. Pada umumnya tidak berbahaya, tetapi ada jenis tertentu yang menghasilkan racun yang dapat menyebabkan diare yang parah
- Flora Normal : kumpulan mikroorganisme yang secara alami terdapat pada tubuh manusia normal dan sehat.
- Furunkel* : bisul yang berupa benjolan merah pada kulit yang berisi nanah dan terasa nyeri.
- Global Environment Facilities* : merupakan mekanisme pendanaan hibah untuk mendukung implementasi konvensi-konvensi yang sudah diratifikasi, proyek-proyek lingkungan dalam mengatasi masalah lingkungan global dan mendukung inisiatif pembangunan berkelanjutan. Peran GEF khususnya pada prioritas lingkungan global di Indonesia yaitu bidang bahan kimia & limbah (chemicals & waste), konservasi hutan & tata guna lahan (forest conservation & land use), perikanan (fisheries), dan energi (energy).
- Granulomatosa* : pola khas dari inflamasi kronik yang dapat dijumpai pada keadaan infeksi maupun non-infeksi. Inflamasi ini ditandai adanya granuloma.

Granuloma dapat ditimbulkan oleh berbagai agen infeksi, setiap mikroorganisme menunjukkan karakteristik berbeda.

- Harmful Aquatic Organism and Patogens* : Organisme akuatik dan bersifat patogen yang terbawa di dalam air *ballast* dan dapat mencemari perairan tempat air *ballast* dibuang
- Hemorrhagic colytis* : bentuk diare yang parah dengan sindrome uremic hemolytic
- Invasive Alien Species* : hewan, tumbuhan, atau organisme lain yang diperkenalkan ke habitat di luar jangkauan alami mereka dan berdampak negatif terhadap keanekaragaman hayati asli dari habitat tersebut, layanan ekosistem yang ada, maupun kesejahteraan manusia.
- Klebsiella* : bakteri berbentuk batang gram-negatif dengan kapsul yang terbuat dari polisakarida, banyak ditemukan di alam pada air, tanah, tumbuhan, serangga, dan hewan-hewan lain, termasuk manusia.
- Limbah : adalah sisa suatu Usaha dan/atau Kegiatan.
- Manhole : lubang ke ruang terbatas yang digunakan sebagai titik akses untuk utilitas (bawah tanah) yang memungkinkan untuk melakukan inspeksi, pemeliharaan dan peningkatan sistem.
- Masa Inkubasi : jarak atau waktu antara eksposur (paparan virus/bakteri) hingga terjadi gejala/ keluhan pada tubuh
- Microangiopathi hemolytic anemia* : istilah yang digunakan untuk menggambarkan anemia yang diakibatkan oleh kerusakan fisik sel darah merah setelah oklusi arterioli dan kapiler akibat deposisi fibrin atau agregasi trombosit.

- Mikroorganisme* : organisme yang berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamatinya diperlukan alat bantuan. Mikroorganisme disebut juga organisme mikroskopik. Mikroorganisme sering kali bersel tunggal maupun bersel banyak
- Myalgia* : rasa sakit yang bisa terjadi pada sejumlah kecil bagian otot atau pada seluruh otot dalam tubuh. Rasa nyerinya sendiri pun bervariasi, mulai dari ringan sampai sakit yang amat sangat.
- Nasofaringitis* : infeksi yang menyerang nasofaring dan hidung, faringitis merupakan peradangan dinding faring yang diakibatkan oleh bakteri atau virus, rhinitis merupakan kelainan pada hidung dengan gejala sering mengalami bersin-bersin hingga asma
- Nausea* : perasaan tidak nyaman pada bagian belakang tenggorokan atau lambung yang dapat mengakibatkan muntah, nausea termasuk kedalam kategori psikologis dan subkategori nyeri dan kenyamanan (PPNI, 2016)
- Patogen Perforasi usus* : organisme berbahaya yang dapat melakukan suatu bentuk penetrasi yang kompleks dari dinding lambung, usus halus, usus besar dan mengakibatkan dari bocornya isi dari usus ke dalam rongga perut.
- Pelindo* : PT Pelabuhan Indonesia adalah sebuah badan usaha milik negara Indonesia yang bergerak di bidang logistik, terutama pengelolaan dan pengembangan pelabuhan. Saat ini, perusahaan ini mengoperasikan 94 Pelabuhan yang terletak di 32 Provinsi Indonesia.

- Pencemaran Laut** : masuknya atau dimasukannya makhluk hidup, zat, 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 Air Laut.
- Polutan** : bahan/benda yang menyebabkan pencemaran, baik secara langsung maupun tidak langsung, seperti sampah.
- Poros Maritim** : merupakan sebuah gagasan strategis yang diwujudkan untuk menjamin konektivitas antar pulau, pengembangan industri perkapalan dan perikanan, perbaikan transportasi laut serta fokus pada keamanan maritim, guna mengembalikan identitas Indonesia sebagai bangsa maritim, yang bertujuan untuk menjadikan Indonesia sebagai pusat kegiatan maritim dunia.
- Prostetic** : alat buatan yang menyerupai bentuk bagian tubuh untuk menggantikan bagian tubuh tersebut yang hilang atau rusak akibat trauma, penyakit, atau kondisi prakelahiran. Prostetik telah ada sejak lama.
- Rice water stool** : tinja berair yang mengandung bintik-bintik putih lendir, sel epitel, dan bakteri yang merupakan ciri khas diare berat
- Rose spots** : makula merah berdiameter 2-4 milimeter yang terjadi pada pasien dengan demam enterik (termasuk tifoid dan paratifoid)
- Salmonell typhii** : salah satu bakteri Gram Negatif yang menyebabkan demam tifoid.
- Sampel** : merupakan bagian dari populasi yang dipelajari dalam suatu penelitian dan hasilnya akan dianggap menjadi gambaran bagi populasi asalnya, tetapi bukan populasi itu sendiri. Sampel dianggap sebagai perwakilan

dari populasi yang hasilnya mewakili keseluruhan gejala yang diamati.

- Sampling representatif* : mencerminkan konsentrasi relatif dan komposisi populasi (organisme dan/atau bahan kimia) dengan mengumpulkan hasil, wawasan, dan pengamatan yang dapat diandalkan dengan percaya diri sebagai representasi dari populasi yang lebih besar yang sedang dipelajari.
- Sellulitis* : infeksi bakteri di kulit dan lapisan yang ada di bawahnya. Kondisi ini dapat menyebabkan kulit terlihat kemerahan, bengkak, terasa lembut atau lembek, dan sakit saat ditekan. Selulitis lebih sering terjadi di kulit tungkai bawah, tetapi juga bisa muncul di wajah, lengan, mata, dan perut.
- Shigella dysenteriae* : merupakan bakteri gram-negatif yang dapat menginfeksi pada saluran pencernaan. Bakteri shigella dysenteriae dapat memproduksi ekotoksitosin yang dapat mempengaruhi saluran pencernaan dan susunan syaraf pusat.
- Sindrome uremic hemolytic* : kegagalan ginjal akut yang disebabkan oleh pecah atau rusaknya sel darah merah. Salah satu penyebab paling sering dari kondisi ini adalah infeksi Escherichia coli.
- Sonde* : Pipa
- Staphylococcus* : genus dari bakteri gram positif. Di mikroskop mereka tampak berbentuk bulat serta bergerombol seperti sekelompok anggur dalam rangkaian tidak beraturan yang terdapat garis tengah dengan ukuran 1µm. Kokus yang muda memberikan pewarnaan gram-positif yang

kuat.

- Streptococcus* : salah satu genus dari bakteri nonmotil yang mengandung sel gram positif, berbentuk bujur, oval dan membentuk rantai pendek, panjang atau berpasangan. Bakteri ini tidak membentuk spora. Bakteri ini dapat ditemukan di bagian mulut, usus manusia dan hewan.
- Surgical scarlet fever* : penyakit akibat infeksi grup A streptokokus (grup A strep), juga dikenal sebagai *Streptococcus pyogenes*.
- Tenesmus (rectal spasm)* : keinginan untuk buang air besar sering dan perasaan tidak nyaman untuk buang air besar.
- Thrombocytopenia* : kondisi saat jumlah sel darah (trombosit) rendah, di bawah nilai normal
- Tonsilitis* : (radang amandel) biasanya disebabkan oleh infeksi virus tetapi bisa dari infeksi bakteri. Gejalanya antara lain sakit tenggorokan, sulit menelan, dan kelenjar getah bening sakit bila disentuh.
- Treatment* : menghindari pengambilan atau pengeluaran organisme akuatik berbahaya atau patogen dalam air *ballast* dan sedimen.
- Vibrio cholerae* : bakteri yang menyebabkan sakit kolera dengan infeksi di saluran cerna yang ditandai dengan diare akut, cairan berbau amis dan berwarna putih seperti cucian beras, sangat menular dan sering menyebabkan kematian karena dehidrasi berat
- Zona Ekonomi Eksklusif* : zona yang luasnya 200 mil laut dari garis dasar pantai, yang mana dalam zona tersebut sebuah negara pantai mempunyai hak atas kekayaan alam di dalamnya, dan berhak menggunakan kebijakan

hukumnya, kebebasan bernavigasi, terbang di atasnya, ataupun melakukan penanaman kabel dan pipa.



SEKOLAH PASCASARJANA

DAFTAR SINGKATAN

APM	: Angka Paling Mungkin
AQIS	: <i>Australian Quarantine and Inspection Service</i>
BOB	: <i>Ballast Organic Biofilm</i>
BWM	: <i>Ballast Water Management</i>
CSA	: <i>Canada Shipping Act</i>
CWA NPEDS	: <i>Clean Water Act National Pollution Discharge Elimination System</i>
EHEC	: <i>Enterohemorrhagic E.coli</i>
EPA	: <i>Environment Protection Agency</i>
EPEC	: <i>Enteropathogenic E.coli</i>
ETEC	: <i>Enterotoxigenic E. Coli</i>
GEF	: <i>Global Environment Facilities</i>
HAOP	: <i>Harmful Aquatic Organism and Patogens</i>
HPHK	: Hama Penyakit Hewan Karantina
HPHK	: Hama dan Penyakit Hewan Karantina
HPIK	: Hama dan Penyakit Ikan Karantina
HPIK	: Hama Penyakit Ikan Karantina
IAS	: <i>Invasive Alien Species</i>
IMCO	: <i>Inter Governmental Maritime Consultative Organization</i>
IMO	: <i>International Maritime Organisation</i>
MARPOL	: <i>Marine Pollution</i>
MEA	: Masyarakat Ekonomi Asean
MEPC	: <i>Marine Environment Protection Committe</i>

MI	: <i>Marine Inspector</i>
MSC	: <i>Marine Safety Committe</i>
NKRI	: Negara Kesatuan republik Indonesia
NOBOB	: <i>No Ballast On Board</i>
NPDES	: National Pollution Discharge Elimination System
OPIK	: Organisasi Pengganggu Tumbuhan Karantina
OPTK	: Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina
PBB	: Persatuan Bangsa-Bangsa
PELINDO	: Pelabuhan Indonesia
PSC	: <i>Port State Control</i>
PTES	: Pelabuhan Tanjung Emas Semarang
SOLAS	: <i>Safety of Life at Sea</i>
TCC	: <i>Technical Cooperation Committe</i>
TKO	: Tingkat Kerja Osmotik
VLP	: <i>Virus Like Partikel</i>
ZEE	: Zona Ekonomi Eksklusif

SEKOLAH PASCASARJANA

RINGKASAN

Iksiroh El Husna. 30000214510009. Biokonsentrasi dan Sebaran Mikroba Patogen sebagai Landasan Pengelolaan Lingkungan Tercemar Air *Ballast* di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang
(Promotor: Sutrisno Anggoro, Henna Rya Sunoko Abdurachim, Subagiyo)

Transportasi laut semakin hari semakin diminati sebagai alat angkut kegiatan perdagangan dunia, oleh karena pertimbangan praktis dan ekonomis. Oleh karena kapal dengan kapasitas angkut yang besar memungkinkan membawa muatan yang banyak sehingga perusahaan lebih diuntungkan. Kapal ketika berlayar tanpa muatan akan menggunakan air *ballast* sebagai penyeimbang dan stabilisator, agar kapal dapat berlayar dengan selamat. Dengan diberlakukannya Masyarakat Ekonomi Asean (MEA), maka semakin menggerakkan dan menggairahkan ekspor produk Indonesia keluar negeri. Dengan demikian juga semakin banyak kapal yang keluar masuk perairan Indonesia dan berlayar antar pulau di Indonesia. Dan tentu semakin banyak kapal yang membawa dan membuang air *ballast* di wilayah Indonesia. Air *ballast* berpotensi membawa mikroorganisme yang bersifat patogen yang dapat mencemari perairan tempat kapal singgah dan membuang air *ballast*. Selama ini belum ada data tentang kandungan mikroba patogen pada air *ballast* kapal yang singgah dan membuang air *ballast* di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang (PTES), data mikroba patogen pada perairan PTES dan data mikroba patogen pada ikan serta kerang tangkap di perairan PTES.

Berdasarkan latar belakang seperti tersebut di atas, maka rumusan masalah yang khusus dalam penelitian sebagai berikut; 1). Bagaimanakah jenis-jenis dan jumlah mikroba patogen dari air *ballast* yang singgah dan membuang air, serta mikroba patogen pada perairan PTES ?. 2). Bagaimanakah penyebaran mikroba patogen dari air *ballast* pada PTES dan seberapa besar kandungan mikroba patogen dalam ikan dan kerang tangkap ?. 3). Apa saja faktor eksternal dan internal yang berpengaruh terhadap pengelolaan lingkungan?. 4). Bagaimanakah strategi pengelolaan lingkungannya ?.

Atas dasar uraian dari latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah; 1). Mengkaji seberapa besar kandungan (jenis dan jumlah) mikroba patogen pada air *ballast* dari kapal yang singgah dan membuang air ballas serta pada perairan PTES. 2). Mengkaji seberapa jauh penyebaran mikroba patogen dari air *ballast* pada PTES dan seberapa besar kandungan mikrobial patogen dalam ikan dan kerang tangkap. 3). Mengidentifikasi faktor eksternal dan internal yang berpengaruh terhadap pengelolaan lingkungan. 4). Merumuskan strategi pengelolaan lingkungan pada PTES yang terdampak cemaran mikroba patogen dari air *ballast* ?

Manfaat praktis dalam penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan kepada para pemegang kebijakan, khususnya PELINDO sebagai pengelola wilayah Pelabuhan laut dalam menangani dan melakukan usaha preventif guna mencegah dan menanggulangi masalah pencemaran lingkungan pada wilayah lautan oleh karena pembuangan air *ballast* di pelabuhan Indonesia, khususnya PTES. Bagi masyarakat pada umumnya agar tahu dan memahami dampak pembuangan air *ballast* bagi kesehatan lingkungan, sehingga dapat

mengambil langkah antisipatif pada usaha-usaha yang berbasis pada lautan sekitar pembuangan air *ballast*. Manfaat bagi ilmu pengetahuan dapat menambah khasanah pengetahuan dan masukan akan dampak pembuangan air *ballast*, yaitu berupa mikroba patogen yang bisa berdampak pada organisme yang ada di perairan dan bagi kesehatan pada umumnya serta kesehatan lingkungan khususnya

Hipotesis dapat dirumuskan berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian sebagai berikut; 1). Profil mikrobial patogen pada perairan PTES tidak berbeda dengan profil mikrobial patogen di air *ballast*. 2). Profil mikrobial patogen pada biota laut (ikan dan kerang) tidak berbeda dengan profil mikrobial patogen di air *ballast*. 3). Luas sebaran mikrobial patogen dapat dimodelkan dengan rumus *Wollinsky*. 4). Faktor eksternal dan internal keberadaan air *ballast* berpengaruh terhadap pengelolaan lingkungan?. 5). Air *ballast* dapat dikelola menggunakan pendekatan struktural dan non-struktural.

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel air *ballast* dari kapal yang singgah dan membuang air *ballast* di perairan PTES dan pada biota laut yang diambil dari perairan PTES yaitu ikan dan kerang. Sampel air juga dari 5 stasiun penelitian di perairan PTES yang mewakili area wisata pantai, area pertambakan dan perairan. Observasi juga dilakukan pada 2 muara sungai yang masuk ke dalam kolam perairan PTES. Sampel penelitian setelah sampai di laboratorium kemudian dilakukan pengenceran bertingkat dari 10^{-0} - 10^{-5} dengan menggunakan larutan NaCl. Isolasi bakteri dari sampel air dilakukan menggunakan 2 media yaitu TCBS (*Tiosulfate Citrate Bile Sucrose*) dan Mc. Conkey untuk deteksi bakteri *V. cholerae*, *Shigella* dan *S. typhi*. Identifikasi morfologi bakteri lainnya didasarkan pada buku manual EOC 1669 yang diterbitkan oleh *World Health Organization* pada tahun 2003 dan Pedoman Teknik Dasar *Basic Technique Guidelines for Health Laboratory*, Ed. 2. Selain pemeriksaan morfologi bakteri patogen, juga dilakukan pemeriksaan sekuens gen 16 S rRNA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 28 sampel air *ballast* kapal yang diperiksa terdapat 2 sampel air *ballast* yang tidak terdapat mikrobial patogen yaitu air *ballast* kapal yang berasal dari Pelabuhan Gresik. Kondisi ini dimungkinkan karena air *ballast* pada kapal ini berupa air tawar untuk kebutuhan rumah tangga kapal. Berdasarkan jenis patogennya diketahui bahwa dari 28 sampel air *ballast* kapal yang diperiksa, 57% nya ditemukan bakteri *V. cholerae* dengan kelimpahan antara 500-14.000 CFU/100 ml. Pada 21% sampel ditemukan bakteri *S. typhi* dengan kelimpahan antara 100-500 CFU/100 ml. Ditemukan 29% *S. desenteriae* dengan kelimpahan antara 100-500 /100 ml. Untuk *E. coli* ditemukan 61% dengan kelimpahan antara 200-13.000 CFU/100 ml. Ditemukan 36% *Klebsiella sp* dengan kelimpahan antara 300-1.000 CFU/100 ml. *Enterococcus intestinale* ditemukan pada 18% sampel dengan kelimpahan antara 1.000-7.000 CFU/100 ml. Ditemukan 11% *S. epidermidis* dengan kelimpahan antara 5.000-25.000 CFU/100 ml. Pada 29% ditemukan *Bacillus subtilis* dengan kelimpahan antara 200-4.000 CFU/100 ml dan 4% ditemukan *Actinobacteria* dengan kelimpahan 1 pada 6.000 CFU/100 ml. Bakteri patogen *V. cholerae*, *E. coli* dan *E. intestinal* yang ditemukan pada air *ballast*, jumlahnya melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut standar D-2 *BWM Convention*. Menurut standar D-2 *BWM Convention*, ambang batas untuk *V. cholerae* ≤ 0 CFU/ 100 ml air *ballast*. Sedangkan ambang batas untuk *E.coli* 250 CFU/ 100 ml air *ballast* dan ambang batas untuk *Enterococcus* 100 CFU/ 100 ml air *ballast*. Hasil penelitian pada air yang berasal dari dalam perairan PTES ditemukan mikrobial patogen yang tidak berbeda dengan yang ada di dalam air *ballast*, yaitu *V. cholerae*, *S. typhi*, *S. desenteriae*, *E. coli*, *Klebsiella*, *E. intestinale*, *S. epidermidis*, *B. subtilis* dan *Actinobacter*. Pada ikan, ditemukan mikrobial patogen yang tidak berbeda

dengan yang ada di dalam air *ballast* dan perairan PTES. Mikroba patogen yang ditemukan di dalam ikan: *V. cholerae*, *S. typhii* dan *E. coli* jumlahnya melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan oleh standar SNI dan BPOM sebagai ikan konsumsi. Di dalam kerang tidak ditemukan bakteri *V. cholerae*, *S. desenteriae*, *Klebsiella*, *S. Epidermidis* dan *Actinobacter*. Akan tetapi bakteri patogen *S. Typhii*, *E. Coli*, *E. intesstinal* dan *B. subtilis*, ditemukan pada kerang dalam jumlah yang melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan oleh standar dari SNI dan BPOM sebagai kerang dan ikan konsumsi. Menurut standar BPOM untuk kerang konsumsi ambang batas keberadaan *E.coli* 1 APM/gram sampel, *S. Typhii* 0 (negatif) APM /25 gram sampel dan *Vibrio* 3 APM/gram sampel. Sedangkan untuk ikan laut konsumsi ambang batas keberadaan *E.coli* 1 AMP/gram sampel dan *S. Typhii* 0 (negatif) AMP/25 gram sampel. Ditemukannya jenis-jenis patogen di tubuh ikan dan kerang yang ada di perairan wilayah kerja perairan PTES ini menunjukkan bahwa ikan dan kerang dapat menjadi reservoir berbagai jenis bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia. Sampel air dari sungai yang diteliti yakni sungai Kali Banger dan Kali Baru tidak ditemukan *V. cholerae*, itu artinya bahwa keberadaan bakteri patogen *V. cholerae* yang ada di dalam perairan PTES disumbang oleh *V. cholerae* yang berasal dari air *ballast*. Pada pemeriksaan molekuler ditemukan berbagai jenis *Vibrio* yaitu *V.natriegens*, *V. parahaemolyticus*, *V. azureus*, *V. alginolyticus*, *V. harveyi*, *V. aestivus*, *V. azureus* dan *V. fortis*. Mikroba *V.natriegens* dan *V. fortis* selama ini belum pernah diinformasikan di perairan Indonesia, jadi ini merupakan temuan baru untuk perairan Indonesia. Penyebaran mikroba dengan menggunakan rumus Wollinsky sejauh 3.823,2 m atau 3, 82 km dari daratan terluar perairan PTES.

Luas penyebaran bakteri patogen di perairan PTES sampai 3, 82 km, artinya bahwa dalam radius itu tidak diperbolehkan penangkapan ikan dan kerang konsumsi. Dari 6 kapal obyek penelitian tidak ada yang melakukan pertukaran air *ballast* dengan air bersih di laut lepas (200 nM) dan juga tidak memberikan treatment sebelum air *ballast* di buang. Pihak Pelindo III sebagai pengelola PTES belum menyediakan fasilitas pengolah air *ballast* dari kapal. Limbah domestik dari kantor yang ada di area PTES (KSOP dan Pelindo) pembuangannya menggunakan *septic tank* dan IPAL (Instalasi Pengolah Air Limbah). Limbah dari masyarakat sekitar pelabuhan masih dibuang ke sungai (Kali Baru dan Kali Banger).

Pihak otoritas pelabuhan perlu melakukan sosialisasi kepada pihak kapal terkait pemberlakuan *Ballast Water Management Convention* serta melakukan pengawasan terhadap kapal yang berlayar di dalam perairan Indonesia (khususnya PTES) terhadap kepatuhan pelaksanaan *Ballast Water Management Convention*. Pelindo sebagai pihak Pengelola Pelabuhan juga harus memenuhi ketentuan undang-undang untuk menyediakan fasilitas pengolahan air *ballast* di pelabuhan. Disamping itu perlu bersinergi dengan pihak-pihak lain seperti Dinas Kelautan dan Perikanan serta Kantor Karantina Kesehatan untuk pengawasan air *ballast* kapal dan Pemda Tk.I Propinsi Jawa Tengah untuk pengelolaan PTES. Sumbangsih penelitian ini (kebaruan) terhadap ilmu lingkungan adalah adanya temuan bakteri patogen di dalam air *ballast* kapal yang tidak berbeda dengan mikrobia patogen di dalam perairan PTES dan di dalam ikan (*V. cholerae*, *S. typhi*, *S. desenteriae*, *E. coli*, *Klebsiella*, *E. intestinale*, *S. epidermidis*, *B. subtilis* dan *Actinobacter*) dan di dalam kerang ditemukan juga bakteri patogen yang sama seperti di dalam air *ballast* yaitu *S. Typhii*, *E. Coli*, *E. intesstinal* dan *B. Subtillis*. Pada pemeriksaan sekuens gen 16 S rRNA ditemukannya *V. natriegens* dan *V. fortis* yang belum pernah diinformasikan pada perairan Indonesia.

SUMMARY

Iksiroh El Husna. 30000214510009. Bioconcentration and Distribution of Patogenic Microbials as The Basic Environment Management of Ballast Water Contamines at The Port of Tanjung Emas Semarang (Promoters: Sutrisno Anggoro, Henna Rya Abdurachim, Subagiyo)

Sea transportation is increasingly in demand because of practical and economical considerations, the use of ships with large carrying capacities allows carrying large loads so that the company benefits. As a result, there are also more ships carrying and disposing of *ballast* water in Indonesian territory. So far, there is no data on the content of patogenic microorganisms in the *ballast* water of ships that stop at the Port of Tanjung Emas Semarang (PTES), data on patogenic microorganisms in PTES waters and data on patogenic microorganisms in fish and shellfish caught in PTES waters.

Based on this background, this research was conducted to; 1) analyzing the presence of bacteria in *ballast* water, PTES waters, fish and shellfish in PTES. 2) Determine the *ballast* water management strategy. The benefits of this research are to 1) understand the presence of bacteria in *ballast* water, PTES waters, fish and shellfish and their distribution in PTES. 2) Understand and be able to implement *ballast* water management strategies in PTES. The hypothesis of this research is; 1) There are bacteria in *ballast* water, PTES waters, fish and shellfish in PTES and 2) Not stated.

In this study, observations were made of 5 research stations in the waters of PTES and 2 river mouths that entered the waters of PTES. Research was also carried out on ship *ballast* water that stopped and dumped water in the waters of PTES. The water samples that have arrived at the laboratory are then diluted in stages from 10⁻⁰ - 10⁻⁵ using NaCl solution. Isolation of bacteria from water samples was carried out using 2 media, namely TCBS (Tiosulfate Citrate Bile Sucrose) and Mc. Conkey for the detection of *Vibrio cholerae*, *Shigella*, and *Salmonella typhi* bacteria. Other bacterial morphological identifications are based on the EOC 1669 manual published by the World Health Organization in 2003 and the Basic Technique Guidelines for Health Laboratory, Ed. 2.

The results showed that in the *ballast* water there were patogenic bacteria *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* and *Enterococcus intestinal* with numbers exceeding the standard D-2 BWM Convention threshold in addition to other patogenic bacteria, namely *Salmonella typhi*, *Shigella desenteriae*, *Klebsiella*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis* and *Actinobacter*. Likewise, in PTES waters and in fish, patogenic microbes were found that were no different from those in *ballast* water. In the shells found *S. typhi*, *E. coli*, *E. intestinale*, and *B. subtilis*. In the shells, *S. typhi* and *E. coli* were found which exceeded the SNI and BPOM threshold values. Meanwhile, in the fish, *V. cholerae*, *S. typhi* and *E. coli* were found which also exceeded the SNI and BPOM threshold values. In the rivers studied, namely the Kali Banger and Kali Baru rivers, no *V. cholerae* was found, which means that *V. cholerae* did not contribute to the presence of patogenic bacteria in the PTES waters.

The conclusion of this research is that in *ballast* water, in PTES waters, in fish and shellfish from PTES waters, patogenic bacteria are found and the spread of patogenic bacteria in PTES waters is up to 3.82 km. The regulators and port authorities need to take various actions and supervise ships sailing in Indonesian waters towards compliance with the

implementation of *Ballast* Water Management, ensure effective *ballast* water treatment and synergize with other parties such as the Marine and Fisheries Service and the Health Quarantine Office for supervision. ship *ballast* water and the Central Java Provincial Government Tk.I for the management of PTES. The Port Authority must also comply with statutory provisions to provide *ballast* water treatment facilities in ports.

The contribution of this research to environmental science (novelty) is the finding of pathogenic bacteria in ship *ballast* water which is no different from pathogenic microbes in PTES waters, in fish and shellfish. *V. natrigens* and *V. fortis* were also found in the examination of 16S rRNA gene sequences and have never been published in Indonesian waters.



SEKOLAH PASCASARJANA