

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Secara geografis, Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) terletak diantara beberapa samudra, sehingga menjadi Poros Maritim Dunia. Sejak jaman Kerajaan Majapahit, Indonesia dikenal sebagai Poros Maritim (Witjaksana, 2017). Indonesia merupakan Negara Maritim dengan garis pantai yang sangat panjang yaitu 95.161 km<sup>2</sup>, urutan kedua garis pantai terpanjang di dunia setelah Kanada (Lasabud, 2013). Tiga perempat wilayahnya adalah laut (5,9 juta km<sup>2</sup>), yang terdiri dari 2,7 km<sup>2</sup> perairan Zona Ekonomi Eksklusif dan 3,2 juta km<sup>2</sup> perairan dengan jumlah pulau 17.504. Laut memiliki berbagai potensi seperti potensi sumberdaya hayati, sumberdaya mineral dan energi, transportasi laut dan jasa lingkungan, industri dan jasa maritim serta potensi kultural. Potensi sumber daya alam yang demikian berlimpah ini harus dijaga kelestarian dan keberlangsungannya. Tindakan preventif meminimalisir masuknya polutan ke perairan Indonesia adalah merupakan tindakan yang bijaksana dan mejadi satu keharusan.

Perkembangan teknologi di bidang transportasi dari waktu ke waktu membuat kehidupan manusia menjadi semakin mudah. Moda transportasi laut, udara dan darat yang paling ideal untuk menunjang perdagangan adalah transportasi laut. Kapasitas angkut yang besar dari transportasi laut atau kapal adalah pilihan utama untuk kegiatan ekspor-impor. Fugazza et al. (2017), Erga et al. (2019) menyatakan bahwa transportasi laut mengangkut lebih dari 80% komoditi perdagangan dunia yang utama. Sejak tahun 2015 perdagangan bebas

negara-negara anggota ASEAN terbentuk, yaitu Masyarakat Ekonomi Asean (MEA), dengan adanya MEA roda perekonomian Indonesia lebih bergairah dengan meningkatnya ekspor barang-barang produksi. Semakin bertambah banyak kapal yang keluar masuk pelabuhan-pelabuhan di Indonesia membawa barang produksi, maka semakin banyak juga membawa dan membuang air *ballast* di pelabuhan Indonesia. Hal ini tentu dapat menimbulkan masalah, berkaitan dengan perpindahan spesies perairan dan mikroorganisme yang terbawa oleh air *ballast* kapal.

Kapal-kapal mega tanker, kapal kargo-curah, akan membawa sejumlah besar air *ballast*. Air *Ballast* (*Ballast Water*) adalah air yang diisikan pada kapal yang tidak membawa muatan yang kembali dari suatu pelabuhan dengan tujuan untuk menjaga keseimbangan kapal, air diambil dari perairan pesisir di suatu wilayah setelah kapal membongkar muatan atau dalam keadaan kosong muatan (Sallah et al., 2021; Sayinli et al., 2021). Air *ballast* akan dibuang sesampainya di pelabuhan tempat kapal tersebut sandar untuk mengisi muatan. Air *ballast* juga berguna untuk mengontrol pergerakan kapal saat sedang berlayar atau sedang diterjang ombak (Golash et al., 2018; Ardura et al., 2021). Gollasch et al. (2018) dalam Xue et al. (2021) air *ballast* telah menyebabkan kerugian, baik dalam lingkup internal air *ballast* yang potensial mengandung makanan dan juga merupakan media hidup bagi biota tertentu yang mempunyai daya mengumpulkan unsur pencemar yang tinggi serta sebagai tempat berkembangnya biota penempel, yang bersifat merusak konstruksi bangunan kapal, maupun dalam lingkup eksternal (air *ballast* berpotensi menimbulkan pencemaran di lingkungan laut), yang dapat berdampak buruk bagi habitat maupun biota perairan serta berdampak buruk pada kesehatan dan aktifitas ekonomi (Wanga et al., 2022).

Menurut Xue et al. (2021) setiap hari 3.000-7.000 spesies asing dibawa ke seluruh lautan di dunia melalui air *ballast* kemudian dibuang dalam lingkungan baru, ini akan menyebabkan invasif dan mengubah struktur ekosistem flora serta fauna asli dan akan menyebabkan perubahan ekologi secara irreversibel dan kerugian secara ekonomis. Naik et al. (2021) memperkirakan lebih dari 12 miliar ton air *ballast* berpindah di seluruh dunia dalam setiap tahun yang akan dibuang di pelabuhan kedatangan berikutnya ketika kapal memuat kargo. Hal ini merupakan bahan asing bagi kehidupan setempat yang dapat menyebabkan kerusakan ekologi dan kerugian ekonomi yang luas untuk ekosistem perairan, bersamaan dengan itu dapat menimbulkan masalah kesehatan manusia yang serius sampai menyebabkan kematian.

Sneha et al. (2016) menyampaikan *Vibrio cholerae* ditemukan sepanjang pantai bagian tenggara Pantai India sampai barat laut Sri Lanka akibat air *ballast*. Wang et al. (2013) menemukan beberapa spesies patogen dan beberapa jenis binatang dalam air *ballast* yang dibuang ke pelabuhan. Wells et al. (2011) mengamati penyebaran air *ballast* yang dibuang disekitar Pelabuhan Goderich untuk mengetahui karakteristik dan jumlah biota yang ada terkait dengan perbandingan salinitas dan suhu pada air *ballast* dan air di sekitar pelabuhan serta menguji organisme yang bisa bertahan pada kondisi suhu dan salinitas di tempat tersebut.

Pada tahun 2012, Rivera et al. meneliti organisme di dalam tangki air *ballast* dan menemukan bakteri hidup lebih bebas sebesar 32% daripada *plankton* yang hanya 18%. Bakteri yang meningkat 26 kali lipat dari air *ballast* ditemukan di perairan pantai, kemudian kepadatan VLP (*virus like partikel*) 88 kali lipat serta kelimpahan mikrobial dalam biofilm. Selain itu juga ditemukan bakteri *Vibrio cholerae* pada BOB (*ballast organic biofilm*) dari

perairan dua kali lipat dibanding BOB dari laut lepas. Dobbs et al. (2013) melakukan penelitian di perairan Singapura, Meksiko dan Virginia Amerika Serikat mengenai pengoperasian air *ballast* pada kapal yang berpotensi menyebarkan bakteri *Vibrio cholerae* ke seluruh pelabuhan di dunia. Penelitian tersebut juga menilai resistensi penggunaan antibiotika pada bakteri *Vibrio cholerae* yang ditemukan pada air *ballast*. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa bakteri *Vibrio cholerae* mengalami resisten terhadap salah satu dari duabelas antibiotika yang diuji. Hal ini mendukung untuk melaksanakan usulan peraturan tentang perlakuan bakteriologikal dari *International Maritime Organization* untuk pembuangan air *ballast*. Altug et al. (2012) meneliti di Laut Marmara Turki pada tahun 2009 sampai 2010, penelitian bermaksud mengkaji spesies asing yang masuk ke Laut Marmara Turki dari keluaran air *ballast*. Hasil dari penelitian tersebut adalah ditemukan sedikitnya 38 spesies bakteri, 27 diantaranya bakteri patogen. El-Husna et al. (2017) melakukan pengkajian dampak keberadaan mikroba dari air *ballast* pada kesehatan lingkungan. Didapatkan hubungan keberadaan mikroba (*Vibrio-cholerae*, *Escherichia coli* dan *Enterococcus intestinal*) pada air *ballast* dan pada lingkungan wilayah pesisir.

Pada tahun 2000-2010, *The US Fish and Wildlife* memperkirakan kerugian ekonomi akibat masuknya spesies baru dari pembuangan air *ballast* sebesar \$5 miliar (Duzgunes et al. 2018). Mereka menyimpulkan bahwa perlu pendekatan ekonomi untuk dapat mencegah masuknya spesies baru dalam mengelola pembuangan air *ballast*. Satir (2014) memperkirakan 7.000 spesies asing dibawa ke seluruh lautan di dunia setiap hari melalui air *ballast* yang kemudian dibuang kedalam lingkungan baru. Hal ini dapat menyebabkan invasif dan mengubah flora serta fauna asli yang akan menyebabkan perubahan ekologi secara irreversibel dan kerugian secara ekonomis. Spesies asing yang masuk ke pelabuhan tujuan

tidak dapat dicegah sepenuhnya oleh metode atau teknologi apapun, apalagi metode pengolahan air *ballast* yang ada tidak bisa langsung digunakan di kapal apabila tanpa modifikasi struktur kapal. Modifikasi juga memerlukan biaya yang tidak sedikit dan menghabiskan waktu yang tidak sebentar. Persoalan spesies asing bukan hanya memberi dampak pada industri maritim saja tetapi memberi pengaruh pada kehidupan masyarakat pada umumnya. Calva et al. (2018) memberi harapan baru pada percobaan skala laboratorium dalam perawatan berbasis ultrasound untuk menghilangkan fouling pada pengolahan air *ballast*. Keberhasilan pengolahan air *ballast* dengan ultrasound meningkat dari 30 menjadi 60 detik dan tidak ada perubahan pada paparan terus-menerus 60 detik. Hal ini akan menyebabkan mortalitas untuk *Brachionus plicatilis* dan *Artemia salina* sampai 93-95 %.

Secara alamiah ekosistem perairan laut memiliki kemampuan untuk mereduksi bahan-bahan pencemar yang masuk kedalamnya dengan bantuan arus air, angin dan air hujan. Akan tetapi dengan semakin tingginya jumlah dan konsentrasi penumpukan bahan pencemar kedalamnya khususnya di area pelabuhan, maka akan mengakibatkan kemampuannya menurun, bahkan hilang sehingga akan terjadi kerusakan lingkungan laut. Dampak tersebut akan memberi pengaruh terhadap perkembangan mikroorganisme di perairan, yang kadang berkembang melampaui ambang yang membahayakan bagi biota, lingkungan maupun kesehatan manusia yang berada pada perairan tersebut.

Organisasi Maritim Internasional (IMO: *International Maritime Organization*) yang didirikan pada tahun 1948 melalui PBB awalnya dikenal sebagai *Intergovernmental Maritime Consultative Organization* (IMCO). Tujuan dibentuknya IMO yaitu untuk mengkoordinasikan keselamatan maritim internasional dan penerapannya serta perlindungan lingkungan laut. Organisasi ini baru beroperasi penuh pada tahun 1958 dan berubah nama

menjadi IMO pada 22 Mei 1982. IMO dibantu oleh beberapa komite dalam melakukan tugasnya yaitu *Marine Safety Committee* (MSC), *Marine Environment Protection Committee* (MEPC), *Technical Cooperation Committee* (TCC) dan Sekretaris Jendral. IMO memiliki peraturan internasional yang disebut dengan istilah Konvensi, salah satunya adalah Konvensi *Marine Pollution* (MARPOL) 73/78 consolidated 2002 yang memuat peraturan tentang pencegahan polusi dari kapal. Hal tersebut sudah disebarluaskan ke seluruh negara dan diadopsi oleh negara menjadi aturan nasional setempat seperti Indonesia menerbitkan Surat Keputusan Presiden No 46 tahun 1986. *Safety of Life at Sea* (SOLAS) 74/78 adalah konvensi lainnya, di Indonesia diikuti dengan Surat Keputusan Presiden nomor 65 tahun 1980 (Imo et al., 2020).

Negara-negara yang telah mengatur tentang manajemen air *ballast* seperti Australia, Kanada dan Amerika Serikat. Negara Australia dengan *the Australian Quarantine and Inspection Service* (AQIS) pada tahun 1990 menjadikan panduan pengelolaan air *ballast* yang tadinya secara sukarela menjadi aturan wajib mulai 1 Juli 2001. Aturan tersebut berdasarkan pada *Quarantine Act* 1908 yang oleh pemerintahan Australia diamandemen dengan Undang-undang nomor 17 tahun 2002. Hal itu disebutkan bahwa standar pembuangan air *ballast* oleh pemerintah negara Australia sejalan dengan standar yang dikeluarkan oleh IMO (Du, 2016). Di Amerika Serikat terdapat aturan yang mengatur tentang organisme hidup yaitu *Clean Water Act* tahun 1972 yang selanjutnya diamandemen sehingga persyaratannya menjadi lebih ketat bagi sumber polutan. Amandemen tersebut menjadi *National Pollution Discharge Elimination System* (NPDES). Selanjutnya pada tahun 1973 ditetapkan aturan yang merupakan implemenasi dari NPDES yaitu oleh *Environment Protection Agency* (EPA) yang

mengatur mengenai pengeluaran air *ballast* melalui program *Clean Water Act National Pollution Discharge Elimination System* (CWA NPDES) (Shapiro, 2018).

Lembaga transportasi Kanada telah mengamandemen *Canada Shipping Act* (CSA) pada akhir tahun 2000. Hasil dari amandemen tersebut yaitu melakukan pertukaran air *ballast*, pengolahan dan pengeluaran pada fasilitas penerima, atau menyimpan di atas kapal untuk hampir semua kapal asing yang tiba di Kanada. Kapal *No Ballast On Board* (NOBOB) tiba di perairan Kanada dari luar wilayah ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) dengan > 200 mil dari daratan pada kedalaman > 200 meter. Kapal tersebut diharuskan membilas dengan air di tengah-samudera pada tangki *ballast* nya, mengolah air *ballast* nya sesuai standar kinerja D-2, atau mendemonstrasikan pertukaran *ballast* seperti standar kinerja D-1 (Scriven et al. 2015). Standar kinerja D-1 *BWM Convention* mengatur tentang pertukaran air *ballast* di tengah samudera/laut bebas dengan jarak dari daratan > 200 nm dengan kedalaman 200 m. Sementara, standar D-2 *BWM Convention* mengatur tentang perlakuan secara fisik, biologis dan kimiawi terhadap air *ballast* agar tidak ada mikroorganisme yang berpindah tempat lewat air *ballast*.

*BWM Convention* sekarang sudah diberlakukan bagi anggota IMO sejak tanggal 8 September 2017. Konvensi ini berlaku di seluruh dunia karena telah ditandatangani oleh lebih dari 30 negara yang mewakili lebih dari 35% tonase kapal dagang dunia. Dengan diberlakukannya konvensi ini akan menjadi keuntungan bagi negara-negara anggota IMO, karena adanya perlindungan lingkungan maritim dari dampak pembuangan air *ballast*. Perairan pelabuhan akan terlindungi dari penyebaran air *ballast* yang mengandung spesies asing yang invasif atau organisme air yang patogen dan berbahaya. Hal tersebut akan diminimalisirkan dari kapal dengan bendera Indonesia yang berlayar ke luar negeri maupun

oleh kapal-kapal asing yang berada di perairan Indonesia (Desfika, 2015). Kitack Lee (2017) menyatakan bahwa saat ini IMO telah memberlakukan konvensi pengelolaan air *ballast* (*ballast water management and sediments* atau BWM) mulai tanggal 8 September 2017. Tujuan diberlakukannya kebijakan ini agar dapat melindungi kehidupan ekosistem laut dari penyebaran spesies perairan asing yang bersifat invasif. Penyebaran spesies ini akan menyebabkan kerusakan pada ekosistem lokal, sehingga mempengaruhi keanekaragaman hayati laut, dan menyebabkan kerugian secara ekonomi. Konvensi internasional ini mengharuskan setiap kapal yang berlayar mengolah limbah yang berasal dari air *ballast* sampai memenuhi standar tertentu (standar D-1 dan D-2) yaitu agar bebas dari organisme yang bersifat patogen yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan perairan sebelum dibuang ke laut.

Penanganan air *ballast* sudah diatur oleh Pemerintah Indonesia dengan diterbitkannya Peraturan Pemerintah tentang Perlindungan Lingkungan Maritim dengan PP nomor 21 tahun 2010. Pada Bab III Bagian Kedua pasal 14 menyatakan bahwa salah satu penyebab pencemaran lingkungan adalah dari air *ballast*. Maka dari itu, kapal dilarang membuang limbah dan bahan lain seperti air *ballast*, bahan kimia yang berbahaya dan beracun, serta bahan yang mengandung zat perusak lapisan ozon. Limbah dan bahan lainnya wajib dilakukan pengolahan di kapal dan dipindahkan ke fasilitas penampungan. Pada PP nomor 21 tahun 2010 tidak dicantumkan secara rinci mengenai cara perlakuan terhadap air *ballast*, misalnya dimana dan dengan metode apa pertukaran air *ballast*. Pada PP nomor 21 tahun 2010 hanya dijelaskan mengenai jarak pembuangan, volume pembuangan dan kualitas hasil buangan (PP nomor 21 tahun 2010). Sementara pada BWM secara jelas dicantumkan bahwa saat di pelabuhan, pembuangan air *ballast* dapat dilakukan apabila kapal telah menjalankan

pertukaran air *ballast* baik dengan metode *empty refill*, *dillution* maupun *flushing* pada kedalaman minimal 200 meter dan jarak 200 mil dari pelabuhan yang dituju.

Peraturan Menteri nomor 29 tahun 2014 tentang Manajemen Air *Ballast* baru menjelaskan ketentuan tentang kapal dengan ukuran tonase kotor GT 400 atau lebih dan membawa air *ballast* serta melintasi perairan internasional harus memenuhi kewajiban sesuai standar D-1 dan D-2 *Ballast Water Management Convention*. Kapal yang melintasi perairan Indonesia dan membawa air *ballast* sebanyak 1500 m<sup>3</sup> atau lebih wajib memenuhi ketentuan manajemen air *ballast* pada Peraturan Menteri (PM), hanya saja pada PM nomor 29 tahun 2014 persyaratan pengelolaan air *ballast* lebih longgar dibandingkan dengan *BWM Convention*. Kapal juga harus dilengkapi dengan *Ballast Water Record Book* dan *Ballast Water Management Plan*. Peraturan Menteri juga mengatur tentang persyaratan ketentuan pembuangan dari indikator mikroba menurut standar kesehatan manusia untuk indikator *Vibrio cholerae*, *Escherisia coli* dan *Intestinal enterococci*. Apabila kapal membawa 5000 m<sup>3</sup> atau lebih harus dilengkapi dengan sistem pengolahan air *ballast* yang disetujui pemerintah dan sesuai standar *BWM Convention*. Ada syarat tersendiri untuk kapal-kapal yang dibebaskan dari ketentuan pengelolaan air *ballast*. Sayangnya tidak ada sanksi bagi pemilik atau operator kapal yang tidak memberlakukan pengelolaan air *ballast*. Tidak adanya sanksi maka sangat memungkinkan banyak kapal yang tidak melakukan ketentuan perundangan ini, sehingga resiko pencemaran oleh mikroba masih sangat terbuka. Species laut yang masuk ke dalam lingkungan yang baru melalui air *ballast* telah diidentifikasi oleh *Global Environment Facilities* sebagai salah satu dari empat ancaman terbesar kerusakan lingkungan laut. Tiga yang lain adalah eksploitasi sumber daya laut yang berlebihan, kerusakan fisik habitat laut, dan polusi sampah. Sampah yang terbawa air *ballast* salah satunya mikroplastik yang

berisiko pada kesehatan terutama bagi penduduk daerah pesisir (Naik et al. 2019). Pada Peraturan Menteri yang mengatur tentang Penanggulangan Pencemaran di Perairan dan Pelabuhan dengan nomor PM 58 tahun 2013, tidak membicarakan mengenai pencemaran perairan dan pelabuhan yang disebabkan oleh karena air *ballast* .

Kepelabuhanan sebagai suatu sistem yang mengatur tentang fungsi dari pelabuhan, yaitu membuat lancar, aman dan tertib pada arus lalu-lintas kapal. Demikian juga dengan arus penumpang dan/atau barang serta keamanan dan keselamatan berlayar. Pelabuhan merupakan tempat pertukaran intramoda dan/atau antarmoda yang dapat meningkatkan perekonomian baik tingkat daerah maupun nasional dengan memperhatikan tata ruang wilayah. Pelabuhan juga merupakan sebuah kesatuan antara perairan dan/atau daratan, dalam lingkungan dengan batas tertentu untuk kegiatan para pihak pemerintah maupun swasta termasuk fasilitas keamanan dan keselamatan pelayaran juga tempat pertukaran intramoda dan antarmoda transportasi serta sarana kegiatan penunjang pelabuhan (UU nomor 17 tahun 2008, PM nomor 57 tahun 2020).

Sesuai dengan pasal 83 UU nomor 17 tahun 2008, tugas dan tanggung jawab Otoritas Pelabuhan seperti pada ayat e yaitu menjamin dan memelihara kelestarian lingkungan di pelabuhan. Hal ini dipertegas lagi oleh PP nomor 61 tahun 2009 pasal 42 ayat 2 huruf e bahwa Otoritas Pelabuhan mempunyai tugas dan tanggung jawab terhadap lingkungan pelabuhan agar mendapat jaminan senantiasa terpelihara. Pada pasal 44 ayat 3 huruf d dijelaskan Unit Penyelenggara Pelabuhan dalam melaksanakan fungsi pengaturan dan pembinaan, pengawasan, pengendalian kegiatan kepelabuhanan mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk jaminan pemeliharaan kelestarian lingkungan pelabuhan. Dalam pasal 59 dijelaskan bahwa pencegahan dan penanggulangan pencemaran lingkungan harus selalu

dilakukan dalam setiap penyelenggaraan kegiatan. Pemerintah berkomitmen pada sub sektor Perhubungan Laut untuk mengutamakan prinsip berwawasan lingkungan, dalam membangun, mengembangkan dan mengoperasikan pelabuhan. Dengan program *Eco Port* harapannya pengelolaan pelabuhan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan (Ramadhan, 2016).

Menurut *Tanjung Emas Port Directory* (2012), bahwa Pelabuhan Tanjung Emas Semarang adalah merupakan pintu gerbang utama dalam peningkatan arus barang ke luar negeri. Menurut data pada tahun 1970-1983 terdapat peningkatan rata-rata arus barang sebesar 10% per tahun. Pada periode 2009 sampai 2011 arus impor barang dari luar negeri terjadi peningkatan dari 693,756 ribu ton menjadi 841,404 ribu ton. Sementara arus ekspor terjadi sedikit penurunan yaitu dari 169,936 ribu ton menjadi 141,944 ribu ton. Pada periode yang sama, kegiatan bongkar muat barang dalam negeri terjadi peningkatan, yaitu bongkar dari 2,623 juta ton menjadi 2,710 juta ton, sedangkan muat dari 289,23 ribu ton menjadi 316,48 ribu ton.

Dengan terjadinya dinamika arus barang pada kegiatan ekspor-impor yang terjadi di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang (PTES) secara ekonomis memberikan pengaruh yang menguntungkan, namun disisi lain dampak ekologis juga akan terjadi mengingat air buangan kapal (dalam hal ini air *ballast* ) juga akan mempengaruhi masuknya air *ballast* ke perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang dikhawatirkan akan diikuti dengan peningkatan invasi organisme (mikrobia).

## **B. Perumusan Masalah**

Aktivitas bongkar muat kapal di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Menurut *Tanjung Emas Port Directory* (2012) pada data tahun

1970-1983 terdapat peningkatan rata-rata arus barang sebesar 10% per tahun. Pada periode 2009 sampai 2011 arus impor barang dari luar negeri terjadi peningkatan dari 693,756 ribu ton menjadi 841,404 ribu ton. Sedangkan arus ekspor terjadi sedikit penurunan yaitu dari 169,936 ribu ton menjadi 141,944 ribu ton. Pada periode yang sama, kegiatan bongkar muat barang dalam negeri terjadi peningkatan, yaitu bongkar dari 2,623 juta ton menjadi 2,710 juta ton, sedangkan muat dari 289,23 ribu ton menjadi 316,48 ribu ton.

Kapal yang masuk ke Pelabuhan Tanjung Emas Semarang berasal dari pelabuhan luar negeri dan pelabuhan di dalam negeri. Air *ballast* yang digunakan sebagai stabilisator kapal dibuang di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang berasal dari perairan di dalam dan dari luar negeri sesuai dengan asal kedatangan kapal. Hal tersebut belum diketahui kadar kebersihan airnya. Penelitian yang pernah dilakukan di Indonesia serta di luar negeri menunjukkan bahwa air *ballast* dapat mencemari lingkungan karena mengandung logam berat (Tjahyono, 2017). Air *ballast* juga memberi dampak pencemaran pada lingkungan dan kesehatan manusia karena mengandung mikroba (*Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* dan *Enterococcus intestinal*) seperti hasil penelitian (El-Husna, 2017). Dobbs et al. (2013), di perairan Singapura, Meksiko dan Virginia Amerika Serikat telah melakukan penelitian tentang kemungkinan penyebaran *Vibrio cholerae* akibat pembuangan air *ballast* dan juga meneliti resistensi terhadap antibiotika yang diujikan, dengan hasil *Vibrio cholerae* resisten terhadap salah satu antibiotika dari duabelas antibiotika yang diteliti. Pada tahun 2000-2010, The US Fish and Wildlife memperkirakan kerugian ekonomi akibat masuknya spesies baru dari pembuangan air *ballast* sebesar \$5 miliar (Duzgunes et al. 2018). Semua penelitian yang sudah ada seperti yang tersebut di atas, berfokus pada bakteri *Vibrio cholerae* dan *Escherichia coli* serta *Enterococcus intestinal* akan tetapi bahwa diduga air *ballast* juga mengandung bakteri

patogen yang lain. Untuk itu pada penelitian kali ini akan dicari bakteri apa saja yang terkandung dalam air *ballast* .

Penelitian ini disamping mencari mikroba pada air *ballast* , juga memeriksa air dari perairan PTES (Perda no 13 tahun 2018), untuk mengetahui dampak sebaran air *ballast* pada biota yang ada di perairan PTES, maka dilakukan juga pada ikan dan kerang. Ikan yang dipergunakan ikan dengan ukuran < 50 gram dan kerang yang dijadikan sampel kerang hijau (*Perna varidis*). Menurut Triantoro (2017), kerang hijau merupakan organisme *filter feeder* yang menelan makanan dengan memompa air melalui rongga mantel dan membawa partikel ke dalam air. Mikroalga merupakan makanan utama dan zat organik terlarut serta bakteri merupakan makanan tambahannya.

Transportasi laut semakin hari semakin diminati oleh karena pertimbangan praktis dan ekonomis, penggunaan kapal dengan kapasitas angkutnya yang besar memungkinkan membawa muatan yang banyak. Dengan demikian, semakin banyak kapal yang membawa dan membuang air *ballast* di berbagai perairan, termasuk di wilayah Indonesia. Selama ini belum ada data tentang kandungan mikroorganisme patogen pada air *ballast* kapal yang singgah di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dan data mikroorganisme patogen di ikan dan kerang tangkap pada perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Berdasarkan fakta-fakta yang sudah dijelaskan, 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 ke perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang?
2. Bagaimanakah penyebaran mikroba patogen dari air *ballast* di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang 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 lingkungan pelabuhan yang terdampak cemaran mikroorganisme patogen dari air *ballast* ?

### C. Orisinalitas Penelitian

Penelitian terdahulu dapat ditelusuri pada jurnal internasional yang membahas mengenai keberadaan mikroorganisme pada air *ballast* hanya sebatas pada *Vibrio cholerae*. Sementara, penelitian tentang dampak air *ballast* terhadap organisme di sekitar wilayah pembuangan air *ballast* di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang belum pernah dilakukan.

Monroy et al. (2020) meneliti air *ballast* dan mendapatkan *zooplankton*, *phytoplankton* dan mikroba. Pada biofilm ditemukan *Vibrio cholera* dan konsentrasi rerata bakteri lebih banyak 26 kali lipat dibandingkan dengan yang berasal dari air *ballast* pada perairan pantai. Resistant et al. (2020) menemukan kandungan *Vibrio cholera* pada pembuangan air *ballast* di Zimbabwe yang menjadi penyebab wabah *Cholera* pada tahun 2018. Duzgunes et al. (2018) meneliti kerugian yang diakibatkan oleh bakteri *Cholera* yang terdapat dalam air *ballast*. El-Husna et al. (2017) meneliti dampak mikroba pada air *ballast* terhadap kesehatan lingkungan.

Orisinalitas penelitian yang kami bangun adalah penekanan kajian pada jenis dan jumlah kandungan mikroorganisme patogen serta penyebarannya. Penegasan penelitian yang dilakukan mempunyai perbedaan dengan penelitian sejenis yang pernah dilakukan, dapat dilihat pada tabel 1.1.

**Tabel 1.1. Daftar Penelitian tentang Air *Ballast***

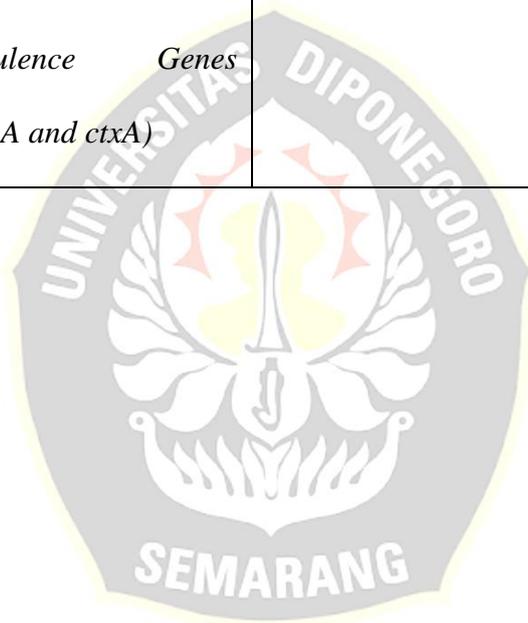
Nama Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Hasil
--------------	-------	-------------------	-------

<p>Effanie, Nadia. Indonesia. 2011</p>	<p><i>International law on marine pollution from ballast water</i></p>	<p>Untuk mengkaji hukum bagi penanganan polusi akibat pembuangan air ballast</p>	<p>Bahwa masalah yang timbul akibat pembuangan air ballas yang berdampak pada lingkungan, kesehatan manusia dan lingkungan, properti dan keanekaragaman hayati, maka perlu mengembangkan perangkat lunak dari seperangkat aturan hukum</p>
<p>Altug, G., Gurun, S., Cardak, M., Ciftci, P. S., &amp; Kalkan, S. 2012</p>	<p><i>The occurrence of pathogenic bacteria in some ships' ballast water incoming from various marine regions to the Sea of Marmara, Turkey.</i></p>	<p>Dapat mengetahui adanya bakteri patogen pada air ballast</p>	<p>Adanya spesies bakteri diantaranya patogen pada sampel Laut Marmara Turki. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak kapal yang membawa air ballast yang beresiko bagi lingkungan.</p>

<p>Cohen, Nicole J., Slaten, Douglas D., Marano, Nina., Tappero, Jordan W., Wellmam, Michael., Alberth, Ryan J., Hill, Vincent R., Espey, David., Handzel, Thomas., Henry, Ariel., Tuxe, Roberth V. Amerika Serikat. 2012</p>	<p><i>Preventing maritime transfer of toxigenic Vibrio cholerae</i></p>	<p>Untuk mengevaluasi pemetaan risiko keberadaan <i>Vibrio cholerae</i> yang ditransfer melalui air <i>ballast</i></p>	<p>Membuat rencana strategis untuk mempromosikan ratifikasi Konvensi BWM secara komprehensif. Memfasilitasi implementasi Konvensi BWM melalui kerjasama regional berupa pelatihan, komunikasi, pemantauan dan penegakan kepatuhan terhadap konvensi serta promosi aturan hukum yang ada. Rencana tindakan tingkat nasional dan ketersediaan sumber daya berkelanjutan untuk memastikan dukungan terhadap</p>
---	---	--	--

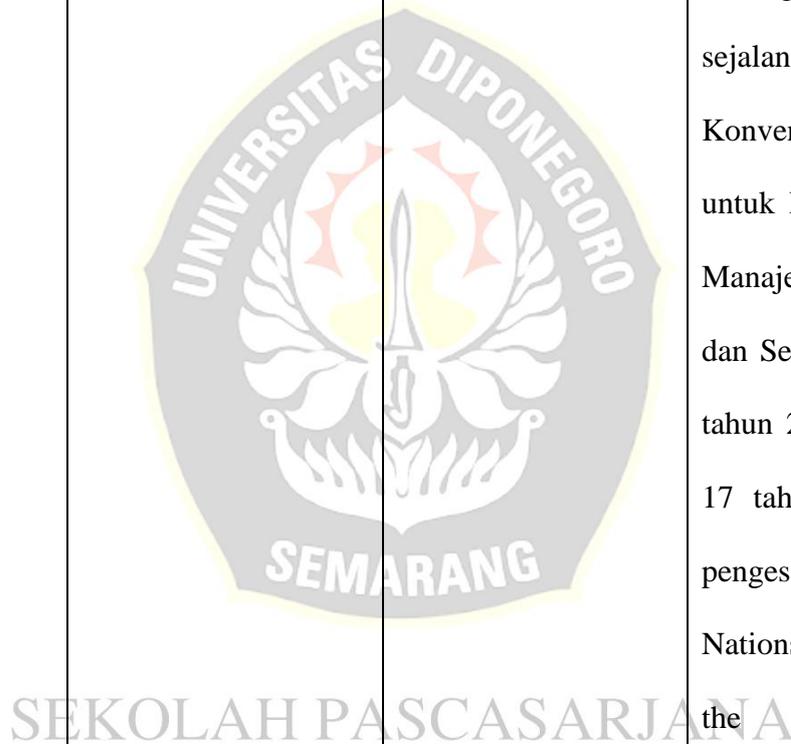
			<p>kegiatan.</p> <p>Rencana kegiatan akan dapat membantu dalam melindungi kesehatan masyarakat dengan mengurangi kemungkinan mikroorganisme (<i>V.cholerae</i> dan bakteri patogen yang lain) yang dibawa oleh air <i>ballast</i> .</p>
Emami, Kaveh; et al. San Fransisco, Juni 2012	<i>Characterization of Bacteria in Ballast Water Using MALDI-TOF Mass Spectrometry: e38515</i>	Untuk mengevaluasi metode cepat dan efektif pemantauan bakteri pada air <i>ballast</i>	<i>Vibrio ch.</i> , <i>Enterococ.</i> dan <i>Coliform</i> tidak terdeteksi
Gollasch, S., Cangelosi, A., & Peperzak, L. 2012	<i>Testing of Ballast Water Treatment Systems Performance Regarding Organisms Below 10 Micron in Minimum Dimension.</i>	Untuk menguji organisme yang ada pada air <i>ballast</i> .	Ditemukannya mikroba yang menghasilkan racun berukuran <10 m.
Fred C. Dobbs	<i>Pandemic Serotypes</i>	Pengujian resistensi	Resistensi terhadap

&Amanda L. Goodrich & Frank K. Thomson III & Wayne Hynes New York, 30 Januari 2013	<i>of Vibrio cholerae</i> <i>Isolated from Ships'</i> <i>Ballast Tanks and</i> <i>Coastal Waters:</i> <i>Assessment of</i> <i>Antibiotic</i> <i>Resistance and</i> <i>Virulence Genes</i> <i>(tcpA and ctxA)</i>	<i>Vibrio cholerae</i> terhadap Antibiotik	Ampicilline
--	--	---	-------------



SEKOLAH PASCASARJANA

<p>Arif, Mohammad Sholikhah., Kurniawati, Hesty Anita., Misbah, M. Nurul., Indonesia. 2016</p>	<p>Analisa teknis dan ekonomis pemilihan manajemen air <i>ballast</i> pada kapal (Ship <i>ballast</i> water management) di Indonesia</p>	<p>Menganalisa kesiapan Indonesia meratifikasi <i>Ballast</i> Water Management serta dampak diberlakukannya aturan tersebut</p>	<p>Bahwa PP No 21 tahun 2010 menjelaskan mengenai Perlindungan Lingkungan maritim sebagai penjabaran UU No 17 tahun 2008 tentang Pelayaran sejalan dengan Konvensi Internasional untuk Pengendalian dan Manajemen air <i>ballast</i> dan Sedimen dari Kapal tahun 2004 dan UU No 17 tahun 1985 tentang pengesahan United Nations Convention on the Law of the Sea(UNCLOS) Bahwa Peraturan dan Penggunaan sistem manajemen air <i>ballast</i> agar lebih efektif dan efisien adalah</p>
--	--	---	--



			menggunakan filtrasi dan elektrolisis
--	--	--	--



SEKOLAH PASCASARJANA

MacIsaac, H. J., De Roy, E. M., Leung, B., Grgicak-Mannion, A., & Ruiz, G. M. 2016.	<i>Possible Ballast Water transfer of Lionfish to the Easter Pacific Ocean.</i>	Mengkaji kemungkinan air <i>ballast</i> memberi dampak terbawanya Lionfish	Bahwa ditemukan Lionfish yang terbawa <i>air ballast</i> Bahwa Lionfish memberi dampak negatif bagi kumpulan ikan dan kelimpahan invertebrata
A.Agus Tjahjono, Semarang. 2017	Analisis Pengelolaan <i>Air Ballast</i> Kapal Niaga Berbasis Lingkungan di <i>Pelabuhan Tanjung Emas Semarang</i>	Merumuskan model dan strategi pengelolaan air <i>ballast</i> kapal niaga berbasis lingkungan sehingga dapat mengurangi dampak terhadap perairan pelabuhan yang disinggahi kapal niaga	Korelasi keberadaan phytoplankton dan zooplankton serta logam berat (Cd, Zn, Cu dan Pb) pada air <i>ballast</i> dan perairan <i>Pelabuhan Tanjung Emas Semarang</i>
Carney, Katharine J., Minton, Marks S., Holzer, Kimberly K.,	<i>Evaluating the combined effects of ballast water management and</i>	Mengevaluasi pengelolaan air <i>ballast</i> dengan <i>ballast</i> water	Bahwa BWE dapat mengurangi kelimpahan organisme, oleh karena pada BWE jumlah air

Miller, A. Whitman., McCann, Linda D., Ruiz, Gregory M., Chasea Bay. 2017	<i>trade dynamics on transfers of marine organisms by ships</i>	exchange	yang dipertukarkan diperkirakan mencapai 96% bahkan dapat 100% Bahwa perlu melakukan evaluasi terhadap strategi manajemen yang efektif untuk mengeliminir invasi biologis
Iksiroh El Husna, Sutrisno Anggoro, Henna R. Sunoko, Onny Setiyani, Indonesia, 2017	<i>Impact of ballast water on environment health</i>	Mengkaji dampak <i>Vibrio cholerae, E. Coli dan Enterococcus</i> dalam air ballast terhadap kesehatan lingkungan	Korelasi keberadaan <i>Vibrio cholerae,</i> <i>Escherichia coli</i> dan <i>Enterococcus intestinal</i> pada air ballast dan perairan pesisir

SEKOLAH PASCASARJANA

<p>Rahman, Sohanur. Indonesia. 2017</p>	<p><i>Implementation of ballast water management plan in ships through ballast water exchange system.</i></p>	<p>Menguji prosedur yang aman bagi pergerakan kapal dan efektif untuk pertukaran air <i>ballast</i> di atas kapal</p>	<p>Bahwa sistem pengolahan air <i>ballast</i> lebih efektif dibandingkan dengan sistem pertukaran air <i>ballast</i></p> <p>Bahwa sistem pertukaran air <i>ballast</i> sangat berguna ketika <i>de-ballast</i> ing dilakukan di wilayah yang sama</p>
<p>Byllaardt, Julie Vandeen., Adams, Jennifer K., Monroy, Oscar Casas., Bailey, Sarah A. Canada. 2018</p>	<p><i>Examination of an indicative tool for rapidly estimating viabel organism abundance in ballast water</i></p>	<p>Menguji akurasi PAM fluorometer HACH BW680 untuk mendeteksi protista fotosintetik pada konsentrasi (&lt; 10 sel · ml<sup>-1</sup>)</p> <p>dibandingkan dengan mikroskop yang menggunakan fluorescein diasetat</p>	<p>Bahwa pengujian dengan BW680 dan mikroskop menghasilkan perkiraan konsentrasi yang sama</p> <p>Sedangkan untuk air <i>ballast</i> yang tidak di treatment hasilnya berbeda</p> <p>Bahwa perbedaan hasil mungkin disebabkan oleh karena ukuran</p>

			organisme dan lama air <i>ballast</i> di dalam tangki
--	--	--	--



SEKOLAH PASCASARJANA

David, Matej., Gollasch, Stephan., Penko, Ludvik. Jerman dan Estonia. 2018	<i>Identification of ballast water discharge profiles of a port to enable effective ballast water management and environmental studies</i>	Menguji metode dan pendekatan untuk menilai volume air ballast dan asal pelabuhan tempat pengambilan air ballast Menguji risiko penggunaan senyawa kimia bagi pengelolaan air ballast	Bahwa metode dan pendekatan yang diuji dapat dipergunakan di pelabuhan manapun Bahwa metode dan pendekatan yang diuji cukup efisien dan memungkinkan untuk menilai studi lingkungan, termasuk di dalamnya risiko penggunaan senyawa kimia dalam jangka panjang.
Desai, Dattesh V., Narale, Dhiraj., Khandeparker, Lidita., Anil Arga Chandrashekar. India. 2018	<i>Potential ballast water transfer of organisms from the west to the east coast of India: Insights through on board sampling</i>	Mengkaji keberadaan organisme dalam air ballast	Bahwa terdapat kelimpahan bakteri dan fitoplankton Bahwa terdapat penurunan zooplankton
Erga, Ole-Kristian Hess., Andres,	<i>Microorganisms in ballast water:</i>	Mengevaluasi dampak dari	Bahwa desinfeksi pada air ballast telah

<p>Javier Moreno., Enger, Oivin., Vadstein, Olav.2019</p>	<p><i>Disinfection, community dynamics, and implications for management</i></p>	<p>transport air <i>ballast</i> , desinfeksi dan penyebaran mikroorganisme dari air <i>ballast</i> pada ekosistem dengan fokus pada bakteri heterotrof</p>	<p>merubah komposisi dari komunitas bakteri melalui rekolonisasi selektif di dalam air <i>ballast</i> dan air di tempat pembuangan air <i>ballast</i> Bahwa desinfeksi mempengaruhi fungsi- fungsi yang digerakkan oleh bakteri untuk jaring makanan laut. Bahwa metode desinfeksi yang digunakan akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas bahan organik terlarut dan status ekosistem air Bahwa efek samping desinfeksi harus diteliti lebih mendalam untuk skala yang lebih dan berbeda (di</p>
---	---	--	---

			laboratorium, fasilitas skala besar dan di kapal) Perubahan alami dan antropogenik ditempat pembuangan air <i>ballast</i> mungkin juga dapat mempengaruhi potensi invasif mikroorganisme
--	--	--	---



SEKOLAH PASCASARJANA

<p>Casas-Monroy, O., Rajakaruna, H., &amp; Bailey, S. A. (2020).</p>	<p><i>Improving estimation of phytoplankton abundance and distribution in ballast water discharges</i></p>	<p>Untuk mengetahui distribusi fitoplankton pada tangki air <i>ballast</i></p>	<p>Fitoplankton menunjukkan distribusi yang tidak merata di tangki air <i>ballast</i>.</p>
<p>Iksiroh El Husna, Semarang, 2021</p>	<p>Biokonsentrasi Dan Sebaran Mikroba Patogen Sebagai Landasan Pengelolaan Lingkungan Tercemar Air Ballast di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang</p>	<p>- Untuk mengetahui mikroorganisme patogen yang berasal dari air <i>ballast</i> yang berada pada perairan, ikan dan kerang</p> <p>- Faktor internal dan eksternal apa sajakah yang berpengaruh terhadap pengelolaan lingkungan</p> <p>- Bagaimanakah strategi pengelolaan lingkungan pelabuhan yang terdampak cemaran</p>	

		mikroorganisme patogen dari air <i>ballast</i>	
--	--	--	--

#### **D. Tujuan Penelitian**

Atas dasar uraian dari latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji seberapa besar kandungan (jenis dan jumlah) mikroorganisme patogen pada air *ballast* dari kapal yang singgah dan membuang air *ballast* pada perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.
2. Mengkaji seberapa jauh penyebaran mikroorganisme planktonik dari air *ballast* di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang 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 pelabuhan agar tidak terdampak cemaran mikroorganisme patogen dari air *ballast*.

#### **E. Manfaat Penelitian**

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 Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

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 mikroorganisme patogen yang bisa berdampak pada organisme yang ada di perairan dan bagi kesehatan pada umumnya serta kesehatan lingkungan khususnya.



SEKOLAH PASCASARJANA