



BULETIN ILMIAH MARINA
SOSIAL EKONOMI KELAUTAN DAN PERIKANAN
<http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/mra>
p-ISSN: 2502-0803
e-ISSN: 2541-2930
Nomor Akreditasi: 10/E/KPT/2019

Analisis Dampak Sampah Plastik di Laut terhadap Aktivitas Nelayan Skala Kecil di Jakarta

Analysis of the Impact of Plastic Waste in the Sea on Small-Scale Fishermen Activities in Jakarta

***Andi Sagita¹, Muhammad Danny Sianggaputra², dan Christy Desta Pratama³**

¹Pusat Kajian dan Pemberdayaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan
Jl. Menteng Pulo Raya No. 22, Menteng Atas, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12960, Indonesia

²Deputi Bidang Koordinasi Sumber Daya Maritim, Kemenko Bidang Kemaritiman dan Investasi
Jalan M.H. Thamrin No. 8, Menteng, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta, Indonesia

³Conservation Strategy Fund (CSF) Indonesia
Jl. TB. Simatupang Kav. 38, Pasar Minggu, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12540, Indonesia

Diterima tanggal: 6 Januari 2022 Diterima setelah perbaikan: 23 Maret 2022

Disetujui terbit: 20 Juni 2022

ABSTRAK

Sampah plastik yang memenuhi pesisir dan laut telah mengganggu aktivitas penangkapan ikan oleh nelayan skala kecil di Jakarta. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dampak kerugian ekonomi akibat sampah plastik di laut terhadap aktivitas nelayan skala kecil di Jakarta. Objek penelitian ini adalah nelayan kecil yang didefinisikan dalam UU Nomor 7 Tahun 2016 sebagai nelayan yang menggunakan kapal penangkapan ikan berukuran paling besar 10 gros ton (GT). Untuk itu, narasumber dibagi menjadi nelayan 0 GT, 3 GT, 5 GT, 7 GT, dan 10 GT. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bersifat studi kasus sehingga pengumpulan data dilakukan dengan observasi dan wawancara terstruktur menggunakan kuesioner, sedangkan analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua kategori nelayan skala kecil di Jakarta mengalami perubahan upaya penangkapan ikan akibat sampah plastik di laut. Nelayan 0 GT merupakan nelayan yang paling besar mengalami peningkatan biaya operasional, yaitu sebesar 69,5% dari Rp154.500,00 menjadi Rp259.500,00 per trip sehingga menurunkan pendapatan hingga 38% dari Rp2.001.500,00 menjadi Rp1.297.611,00 per trip. Sementara itu, nelayan 10 GT merupakan kategori nelayan yang paling kecil dampak ekonominya akibat sampah plastik di laut dibandingkan dengan kategori nelayan lainnya, yaitu mengalami peningkatan biaya operasional hanya sebesar 9,4% dari Rp5.384.000,00 menjadi Rp5.884.500,00 per trip dan secara signifikan menurunkan pendapatan sebesar 9,4%, yaitu dari Rp138.115.500,00 menjadi Rp125.843.619,00 per trip. Peningkatan biaya operasional pada nelayan skala kecil disebabkan oleh perubahan jarak dan waktu tempuh ke daerah penangkapan ikan akibat sampah plastik.

Kata Kunci: dampak ekonomi; sampah plastik di laut; nelayan skala kecil; Jakarta

ABSTRACT

Plastic waste that fills up and covers coastal and marine waters has disrupted the fishing activities of small-scale fishermen in Jakarta. The purpose of this study was to analyze the impact of economic losses on plastic waste on the activities of small-scale fishermen in Jakarta. The object of this research were small fishermen as defined in Law Number 7 of 2016 as fishermen who catch fish to fulfill their daily needs using fishing vessels with a maximum size of 10 gross tons (GT). For those reason, the informants were divided into 0 GT, 3 GT, 5 GT, 7 GT and 10 GT. This research is a qualitative type of case study where data collection is done by observation and structured interviews using a questionnaire, while data analysis is carried out in a qualitative descriptive manner. The results showed that all categories of

^{*}Korespondensi penulis:

Email: andisagita2@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/marina.v8i1.10731>

small-scale fishermen in Jakarta have undergone changes in fishing activities due to the marine plastic waste. The fishermen of 0 GT are the group who experienced the largest increase in operational costs, which was 69.5%, from Rp154,500.00 to Rp259,500.00, per trip thus reducing their income by 38%, from Rp2,001,500.00 to Rp1,297,611.00 per trip. On the other hand, the fishermen of 10 GT are the group who have the least economic impact due to plastic waste compared to other categories. These fishermen only suffer the operational costs by only 9.4%, from Rp5,384,000.00 to Rp5,884,500.00 per trip, significantly reducing their income by 9.4%, that is from Rp138,115,500.00 to Rp125,843,619.00 per trip. The increase in operational costs for small-scale fishermen is caused by changes in distance and travel time to fishing areas due to plastic waste.

Keywords: *economic impact; maritime plastic waste; small-scale fishermen; Jakarta*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Plastik adalah jenis sampah yang paling umum ditemukan di wilayah pesisir dan secara konsisten terdiri atas 60% hingga 80% dari total sampah yang dicatat dalam survei sampah laut (Allsopp *et al.*, 2006). Plastik telah menjadi bagian sangat penting bagi masyarakat modern sehingga penggunaannya terus meningkat pesat selama tiga dekade terakhir (Derraik, 2002). Plastik yang diproduksi pemanufaktur itu mengapung di badan air dan menjadi bagian utama, yaitu 50–80% dari sampah laut (Barnes *et al.*, 2009). Sumber sampah plastik di laut adalah pembuangan limbah dan limpasan dari sistem sungai, termasuk di sekitar titik pembuangan dari instalasi pengolahan limbah dan fragmentasi produk plastik bekas dari tempat pembuangan sampah, seperti limbah domestik dan industri (Morrit *et al.*, 2013).

Sampah plastik di laut berdampak ekonomi yang substansial bagi masyarakat pesisir dan pemerintah. Peningkatan polusi dari kota pesisir menciptakan masalah lingkungan yang mengancam pembangunan berkelanjutan kota itu sendiri (UNEP, 2009). Sampah plastik ini menyebabkan masalah estetika dan membahayakan berbagai sektor kelautan, termasuk perikanan dan pariwisata (Gregory, 2009). Dampak ekonomi yang terkait dengan sampah laut adalah pengeluaran biaya pembersihan sampah di pantai dan pelabuhan, sedangkan pada sektor industri perikanan tangkap adalah kehilangan waktu dan kerusakan alat tangkap (Mengo, 2017).

Sampah laut menyebabkan kerusakan pada kapal, termasuk baling-baling kapal sehingga meningkatkan biaya pemeliharaan atau biaya perbaikan dan menambah waktu henti kapal (Takehama, 1990; Hall, 2000). Industri perkapalan dan perikanan tangkap mengalami kerusakan

akibat sampah plastik atau tali yang mengikat baling-baling (*propeller*) atau pendorong busur serta menyebabkan kerusakan pada segel tabung buritan (Hall, 2000; Mengo, 2017). UNEP (2009) melaporkan bahwa sampah plastik di laut juga dapat menimbulkan bahaya navigasi pada kapal karena dapat mengotori baling-baling kapal sehingga menambah biaya pengeluaran yang terkait dengan mesin yang rusak. Lee (2014) juga menyebutkan dampak sampah plastik di laut terhadap sektor perikanan tangkap, di antaranya, alat tangkap yang rusak, *propeler* kapal yang terbelit, serta *ghost fishing* dari alat tangkap yang rusak atau terbuang serta kerusakan bagian kapal yang memerlukan biaya untuk perbaikan.

Dampak sampah plastik di laut diketahui dapat membunuh spesies vertebrata dan avertebrata laut karena terilit, terikat, atau tersangkut, atau termakan (Bugoni *et al.*, 2001; Donohue & Foley, 2007; Bond *et al.*, 2013; Baulch & Perry, 2014; Kuhn *et al.*, 2015). Sampah di laut juga mempercepat invasi spesies asing (*invasive species*) yang berasosiasi dengan sampah tersebut hingga terbawa ke ekosistem lain (Barnes, 2009; Kiessling *et al.*, 2015). Sampah plastik dapat menutupi tanah sehingga mengganggu ekosistem bakau dan lamun karena pertumbuhan terganggu dan ekosistemnya rusak (Debros *et al.*, 2013; Arthur *et al.*, 2014). Sampah plastik di laut mengakibatkan kerugian ekonomi bagi masyarakat pesisir, baik sektor perikanan, pariwisata, maupun industri maritim lainnya (Mouat *et al.*, 2010; Jang *et al.*, 2014; Newman *et al.*, 2015).

Riset yang dilakukan Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta bersama Gerakan Indonesia Diet Kantong Plastik (GIDKP) menyebutkan bahwa ada kurang lebih 2.000 ton sampah plastik di wilayah Jakarta setiap tahun yang berada di perairan, baik sungai maupun laut. Berdasarkan Laporan Sintesis Hotspot Sampah Laut Indonesia (2018), tercatat sekitar 165 ton sampah diangkat dari aliran air utama DKI Jakarta setiap harinya.

Sekitar 41 ton (25%) di antaranya adalah plastik. Jumlah penduduk yang tinggi serta status sebagai pusat ekonomi mendorong besarnya produksi sampah plastik di Jakarta. Sampah plastik tersebut diperkirakan rata-rata berasal dari pasar tradisional dan pasar ritel yang memang menggunakan plastik sebagai fasilitas dalam aktivitas perdagangan. Selain itu, masih ada masyarakat yang membuang sampah di laut.

Studi pendahuluan menunjukkan bahwa kepedulian masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya masih rendah. Bahkan, banyak yang membuang sampah rumah tangga ke sungai yang akhirnya bermuara di laut. Hal itu mengakibatkan laut dipenuhi dengan sampah plastik, seperti kantong plastik, kemasan makanan, botol minuman, peralatan rumah tangga yang terbuat dari plastik, tali rafia, tambang, dan karet. Kondisi itu ternyata mempersulit nelayan yang mencari ikan, udang, dan kerang di pesisir Jakarta. Banyaknya sampah plastik yang hanyut ke laut membuat nelayan kesulitan menjaring ikan. Bahkan, hal itu merusak alat tangkap mereka. Sampah plastik yang memenuhi perairan laut Jakarta dapat membahayakan kapal-kapal kecil karena kerap kali tersangkut di *propeller*, bahkan menyumbat sistem pendingin kapal. Selain itu, sampah plastik mengganggu proses penjaringan ikan, belum lagi akan merobek jaring apabila tersangkut. Kondisi itu menyebabkan banyak nelayan mengalami kerugian waktu dan tenaga kerja. Bahkan, mereka harus mengeluarkan biaya lebih karena harus membuang sampah yang tersangkut serta memperbaiki mesin kapal atau alat tangkap jika kerusakannya cukup parah.

Penelitian mengenai korelasi pengelolaan sampah plastik di laut terhadap aktivitas perikanan tangkap, khususnya nelayan skala kecil masih jarang dilakukan jika dibandingkan dengan penelitian mengenai pengelolaan pesisir lainnya. Padahal, sampah plastik di laut berdampak ekonomi signifikan bagi nelayan skala kecil karena adanya tambahan biaya untuk perbaikan dan pembersihan kapal atau alat tangkap. Selain itu, perubahan wilayah penangkapan ikan mengakibatkan timbulnya biaya tambahan untuk bahan bakar solar dan perbekalan serta memengaruhi waktu melaut yang akhirnya dapat menurunkan pendapatan nelayan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak kerugian ekonomi akibat sampah plastik di laut terhadap aktivitas penangkapan ikan oleh nelayan skala kecil di Jakarta.

Pendekatan Ilmiah

Penelitian ini bersifat studi kasus (*case research*) yang dilakukan pada tahun 2019—2020. Pengumpulan data dilakukan dengan instrumen penelitian berupa kuesioner yang dirancang khusus untuk mengetahui dampak kerugian ekonomi akibat sampah plastik di laut terhadap aktivitas nelayan skala kecil di Provinsi DKI Jakarta. Selain itu, pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan dan wawancara dengan narasumber nelayan. Metode penentuan responden dari nelayan dilakukan dengan pendekatan *non-probability sampling* melalui metode *purposive sampling*, yaitu memilih dengan sengaja nelayan yang pernah mengalami gangguan aktivitas penangkapan akibat sampah plastik di laut. Metode analisis yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang digunakan dalam penelitian dengan cara mengukur indikator-indikator variabel gangguan sampah plastik terhadap aktivitas penangkapan ikan oleh nelayan skala kecil sehingga diperoleh gambaran dari variabel-variabel tersebut.

Nelayan skala kecil dalam penelitian adalah sebagaimana tercantum dalam UU Nomor 7 Tahun 2016, yaitu nelayan yang melakukan penangkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, baik yang tidak menggunakan kapal penangkap ikan maupun yang menggunakan kapal penangkapan ikan berukuran paling besar 10 gros ton (GT). Pemilihan nelayan skala kecil sebagai objek penelitian mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut: (1) nelayan skala kecil minim input teknologi untuk menghindari dari sampah plastik di laut; (2) nelayan skala kecil memiliki ruang jelajah untuk mencari wilayah penangkapan ikan (*fishing ground*) yang sifatnya terbatas yang artinya ada batasan jarak tertentu karena kapasitas mesin; dan (3) sampah plastik di laut mengakibatkan penurunan pendapatan karena dapat merusak alat tangkap dan komponen kapal lainnya sehingga menurunkan tangkapan.

Narasumber atau informan dalam penelitian ini dibagi ke dalam lima kategori nelayan skala kecil yang merupakan pemilik kapal penangkapan, yaitu nelayan 0 GT, nelayan 3 GT, nelayan 5 GT, nelayan 7 GT, dan nelayan 10 GT. Tiap-tiap kategori terdiri atas sepuluh orang dengan kriteria, yaitu nelayan yang mengalami gangguan sampah plastik di laut pada saat melakukan aktivitas penangkapan ikan serta

nelayan yang berdomisili atau mendaratkan tangkapannya di wilayah Provinsi DKI Jakarta. Pemilihan narasumber dilakukan secara sengaja atau tidak acak dengan pertimbangan bahwa tidak semua nelayan merasa mengalami gangguan sampah plastik di laut ketika melakukan aktivitas penangkapannya.

PELUANG GANGGUAN SAMPAH PLASTIK DI LAUT

Dalam penelitian ini dihitung peluang gangguan sampah plastik di laut bagi nelayan skala kecil di Jakarta, yaitu peluang gangguan dalam seminggu yang dihitung berdasarkan banyaknya hari dalam seminggu (7 hari) dan nelayan merasa terganggu ketika melakukan aktivitas penangkapan di wilayah laut Jakarta. Penghitungan didasarkan pada Persamaan (1).

$$p_d = \frac{td}{7} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

P_d adalah peluang gangguan sampah plastik di laut dalam 1 hari (*probability disturbance of day*) dan t_d adalah jumlah hari dalam seminggu ketika sampah plastik di laut mengganggu aktivitas nelayan (*total days of disturbance*).

Peluang gangguan sampah plastik di laut juga dihitung berdasarkan satu kali gangguan dalam banyaknya trip penangkapan ikan nelayan dengan menggunakan Persamaan (2).

$$p_t = \frac{1}{tt} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

P_t adalah peluang satu kali gangguan sampah plastik di laut dalam trip penangkapan (*probability disturbance of trip*) dan t_t adalah jumlah trip penangkapan ikan nelayan (*total of trip*) yang mengalami gangguan sampah plastik di laut

Narasumber nelayan skala kecil di Jakarta mengatakan bahwa sampah plastik yang memenuhi perairan pesisir dan laut telah mengganggu aktivitas penangkapan ikan mereka. Hal tersebut terjadi karena tangkapan nelayan dipenuhi oleh sampah plastik sehingga tangkapan berkurang serta alat tangkap sering kali mengalami kerusakan, seperti jaring robek dan sampah plastik tersangkut di baling-baling kapal. Kondisi itu menyebabkan nelayan harus meningkatkan upaya penangkapannya, seperti mengubah jalur menuju daerah penangkapan ikan atau mencari daerah penangkapan ikan alternatif. Karena itu, nelayan

harus mengeluarkan biaya tambahan untuk perbaikan atau pembersihan, baik pada armada penangkapan maupun alat tangkap. Perubahan upaya penangkapan itu mengakibatkan perubahan jarak dan waktu tempuh nelayan menuju daerah penangkapan ikan yang secara signifikan berdampak pada bertambahnya biaya operasional sehingga menurunkan pendapatan nelayan dalam satu kali trip penangkapan.

Beberapa laporan menyebutkan bahwa sampah laut berasal dari tiga sumber utama, yaitu wilayah darat, sistem sungai, dan laut itu sendiri (Browne, 2015; Galgani *et al.*, 2015; Jambeck *et al.*, 2015). Laporan Sintesis Hotspot Sampah Laut Indonesia (2018) menyebutkan bahwa *hotspot* utama kebocoran sampah plastik ke lingkungan laut di daerah pasang-surut Jakarta berlokasi di Kamal Muara di barat serta Kali Baru dan Marunda di timur. Sampah plastik juga sering kali mengambang di sekitar perairan Pelabuhan Muara Angke, Jakarta. Sebagian sampah tersebut juga berasal dari laut yang terbawa arus laut hingga ke tepi pantai. Selain itu, sampah plastik tersebut merupakan sampah rumah tangga yang terbawa aliran sungai yang makin mengganggu lingkungan pesisir dan laut Jakarta.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dibandingkan dengan kategori nelayan lainnya, nelayan 0 GT adalah nelayan yang peluang gangguan terhadap aktivitas penangkapannya paling besar dalam seminggu (7 hari), yaitu 77% dengan rata-rata 6 hari gangguan dalam seminggu. Sementara itu, nelayan 10 GT berpeluang paling kecil, yaitu hanya 27% atau hanya 2 hari dari jumlah hari gangguan dalam seminggu. Begitu pula peluang gangguan sampah plastik dalam sekali trip penangkapan ikan. Nelayan 0 GT berpeluang paling besar karena dalam jumlah tiga kali trip penangkapan ikan, peluang satu kali mengalami gangguan akibat sampah plastik laut adalah sebesar 41%. Nilai peluang itu lebih besar daripada kategori nelayan lainnya. Sementara itu, nelayan 10 GT paling kecil peluangnya, yaitu hanya 16% (Tabel 1). Hal itu diduga terjadi karena daerah penangkapan ikan nelayan 0 GT hanya menjangkau sekitar < 5 mil sehingga lebih berpotensi terganggu karena arus cenderung membawa sampah-sampah plastik laut mendekati wilayah pesisir. Sementara itu, nelayan 10 GT dapat menjangkau ruang yang lebih luas (> 10 mil) sehingga dapat menghindari gangguan sampah plastik di laut.

Tabel 1 Peluang Gangguan Sampah Plastik di Laut bagi Nelayan Skala Kecil di Jakarta.

Nelayan	Rata-Rata Gangguan dalam Seminggu		Rata-Rata Gangguan dalam Sekali Trip Penangkapan	
	Jumlah Hari Terganggu	Peluang Gangguan dalam Seminggu (%)	Jumlah Trip Gangguan	Peluang Gangguan dalam satu kali Trip Penangkapan (%)
0 GT	6	77	3	41
3 GT	5	57	3	36
5 GT	4	49	2	38
7 GT	3	46	6	18
10 GT	2	27	7	16

PERUBAHAN UPAYA PENANGKAPAN IKAN

Observasi pendahuluan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa sampah plastik yang memenuhi wilayah laut Jakarta mengganggu aktivitas nelayan kecil. Nelayan biasanya harus mengubah jalur atau mencari jalur alternatif menuju daerah penangkapan ikan tersebut atau harus mencari daerah penangkapan alternatif. Jika mereka tetap memaksa melakukan aktivitas penangkapan ikan, risikonya adalah tangkapan akan berkurang atau alat tangkap yang digunakan akan rusak akibat sampah plastik di laut. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan jarak dan waktu tempuh nelayan dalam satu kali trip penangkapan. Dalam penelitian ini, jarak tempuh dalam satuan mil dan waktu tempuh dalam jam didefinisikan sebagai jangkauan jarak atau waktu yang ditempuh nelayan kecil dalam menangkap ikan yang dihitung dari titik awal keberangkatan (*fishing base*) sampai dengan sasaran tujuan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*), lalu kembali lagi ke titik awal keberangkatan dalam satu kali trip penangkapan. Perbedaan jarak dan waktu tempuh didapatkan dengan wawancara terstruktur menggunakan kuesioner. Nelayan diminta membandingkan jarak dan waktu tempuh ke daerah penangkapan yang sudah ditinggalkan karena banyak sampah plastik dan daerah penangkapan ikan baru. Perubahan jarak dan waktu tempuh secara signifikan akan menambah kebutuhan bahan bakar solar dan biaya perbekalan, seperti makan, minum, rokok, dan es.

Pendekatan sebelum-sesudah (*before-after*) diaplikasikan pada penelitian ini untuk melihat persentase perubahan variabel yang dirasakan nelayan akibat gangguan sampah plastik di laut, yaitu jarak tempuh, waktu tempuh, biaya bahan bakar solar, biaya perbekalan, biaya operasional, tangkapan, penerimaan, dan pendapatan.

Persentase perubahan jarak tempuh (*mileage*) akibat sampah plastik laut dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$\Delta M = M' - M$$

$$\% \Delta M = \frac{\Delta M}{M'} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

M adalah jarak tempuh ketika tidak terganggu sampah plastik (mil), sedangkan M' adalah jarak tempuh ketika terganggu sampah plastik (mil), serta % ΔM adalah persentase perubahan jarak tempuh per trip akibat sampah plastik (%).

Sementara itu, persentase perubahan waktu tempuh (*traveling time*) akibat sampah plastik dihitung dengan menggunakan Persamaan (4).

$$\Delta T = T' - T$$

$$\% \Delta T = \frac{\Delta T}{T'} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

T adalah waktu tempuh ketika tidak terganggu sampah plastik (jam), sedangkan T' adalah waktu tempuh ketika terganggu sampah plastik (jam) serta % ΔT adalah persentase perubahan waktu tempuh per trip penangkapan akibat sampah plastik (%).

Persentase perubahan biaya bahan bakar solar (*fuel costs*) dan biaya perbekalan (*provision costs*) dihitung berturut-turut menggunakan Persamaan (5) dan (6).

$$\Delta FC = FC' - FC$$

$$\% \Delta FC = \frac{\Delta FC}{FC'} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

FC adalah biaya bahan bakar solar ketika tidak terganggu sampah plastik (Rp), sedangkan FC' adalah biaya bahan bakar solar ketika terganggu sampah plastik (Rp) serta % ΔFC adalah persentase perubahan biaya bahan bakar solar per trip penangkapan akibat sampah plastik (%).

$$\Delta PC = PC' - PC$$

$$\% \Delta PC = \frac{\Delta PC}{PC'} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

PC adalah biaya perbekalan ketika tidak terganggu sampah plastik (Rp), sedangkan PC' adalah biaya perbekalan ketika terganggu sampah plastik (Rp) serta % Δ PC adalah persentase perubahan biaya perbekalan per trip penangkapan akibat sampah plastik (%).

Biaya operasional (*operating costs*) dihitung dengan menjumlahkan biaya bahan bakar solar (*fuel costs*) dan biaya perbekalan (*provision costs*) menggunakan Persamaan (7).

$$OC = FC + PC$$

$$OC' = FC' + PC'$$

$$\Delta OC = OC' - OC$$

$$\% \Delta OC = \frac{\Delta OC}{OC'} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

OC adalah biaya operasional ketika tidak terganggu (Rp), OC' adalah biaya operasional ketika terganggu (Rp), serta % Δ OC adalah persentase perubahan biaya operasional per trip penangkapan akibat sampah plastik (%).

Sampah plastik yang memenuhi perairan pesisir dan laut Jakarta selain berasal dari aktivitas masyarakat lokal, disebabkan oleh arus laut yang membawa sampah plastik ke perairan Jakarta. Vikas & Dwarakish (2015) menyebutkan bahwa angin memengaruhi pola arus permukaan yang membawa material sampah plastik mengikuti

pola arus permukaan. Pola angin dan pola arus itu sangat memengaruhi distribusi sampah laut (Critchell *et al.*, 2015; Critchell & Lambrechts, 2016). Pergerakan arus tersebut akan membawa sampah plastik menumpuk di tepi pantai dan memberikan dampak secara sosial, ekonomi, dan ekologi terhadap wilayah pesisir. Penelitian Hall (2000) mengenai dampak sampah laut terhadap kegiatan penangkapan ikan oleh nelayan di Shetland menyebutkan bahwa 92% nelayan memiliki masalah berulang dengan adanya akumulasi sampah laut di jaring, kemudian 69% nelayan menganggap adanya kontaminasi sampah laut terhadap hasil tangkapan, dan 92% nelayan menyebutkan sampah laut telah merobek jaring mereka.

Jarak penangkapan ikan yang ditempuh oleh nelayan skala kecil sangat bergantung pada ukuran armada kapal dan kekuatan mesin kapal. Secara signifikan, untuk menghindari sampah plastik laut, nelayan skala kecil harus menambah jarak penangkapan menuju daerah penangkapan ikan yang mengakibatkan waktu tempuh juga akan makin lama. Hal itu akan berpengaruh terhadap biaya operasional yang harus dikeluarkan. Biaya operasional itu secara total berubah proporsinya mengikuti perubahan tingkat aktivitas nelayan. Nelayan 0 GT juga merupakan nelayan yang pola penangkapannya mengalami dampak paling besar akibat sampah plastik di laut dibandingkan dengan kategori nelayan lainnya (Tabel 2). Mereka menambah jarak tempuh sebesar 26,3%, yaitu dari 2,4 mil menjadi 2,9 mil begitu juga dengan waktu tempuh yang meningkat sebesar 36,7%, yaitu

Tabel 2. Perubahan Upaya Penangkapan Ikan Akibat Sampah Plastik di Laut oleh Nelayan Skala Kecil di Jakarta.

Variabel	Satuan	Kondisi	Nelayan				
			0 GT	3 GT	5 GT	7 GT	10 GT
Jarak Tempuh	mil/trip	Tanpa Gangguan	2,4	5,9	24,8	43,7	84,9
		Terganggu	2,9	6,9	29,3	50,9	89,4
		Perubahan (%)	26,3	19,4	18,7	17,3	5,2
Waktu Tempuh	jam/trip	Tidak Terganggu	2,3	3,0	2,9	4,1	5,5
		Terganggu	3,1	3,6	3,5	5,1	6,6
		Perubahan (%)	36,7	25,1	24,3	24,6	15,8
Biaya Solar	Rp/trip	Tidak Terganggu	19.000,00	90.000,00	108.500,00	163.000,00	314.000,00
		Terganggu	27.750,00	119.500,00	122.500,00	186.500,00	334.500,00
		Perubahan (%)	46,8	38,4	13,3	14,8	6,6
Biaya Perbekalan	Rp/trip	Tidak Terganggu	154.500,00	293.000,00	568.000,00	1.466.000,00	5.070.000,00
		Terganggu	259.500,00	368.000,00	662.000,00	1.720.000,00	5.550.000,00
		Perubahan (%)	37,6	29,7	17,8	18,4	9,6
Biaya Operasional	Rp/trip	Tidak Terganggu	173.500,00	383.000,00	676.500,00	1.629.000,00	5.384.000,00
		Terganggu	287.250,00	492.000,00	784.500,00	1.906.500,00	5.884.500,00
		Perubahan (%)	69,5	31,3	16,9	17,9	9,4

dari 2,3 jam menjadi 3,1 jam. Secara signifikan hal itu juga menyebabkan kenaikan biaya solar per trip penangkapan, yaitu sebesar 46,8% dan biaya perbekalan juga meningkat sebesar 37,6%. Kenaikan biaya solar dan biaya perbekalan itu diikuti kenaikan biaya operasional nelayan 0 GT sebesar 69,5%, yaitu dari Rp173.500,00 ketika tidak terganggu menjadi Rp287.250,00 ketika terganggu sampah plastik laut.

KERUGIAN TERHADAP KOMPONEN UNIT PENANGKAPAN

Sampah plastik laut yang sifatnya lunak atau keras berpotensi mengganggu aktivitas nelayan skala kecil di Jakarta. Pada penelitian ini, risiko biaya (*risk costs*) akibat sampah plastik di laut dihitung dengan menjumlahkan biaya gangguan baling-baling (*propeller*), sistem pendingin mesin (*water cooling system*), dan alat tangkap (*fishing gear*). Biaya risiko gangguan sampah plastik di laut dihitung menggunakan Persamaan (8).

$$RC_p = \frac{1}{tt} \times PC_p$$

$$RC_c = \frac{1}{tt} \times PC_c$$

$$RC_g = \frac{1}{tt} \times PC_g$$

$$\sum RC = RC_p + RC_c + RC_g. \dots\dots\dots(8)$$

$\sum RC$ adalah total biaya risiko gangguan sampah plastik laut dalam satu kali trip dengan menjumlahkan biaya risiko pada baling-baling (RC_p), sistem pendingin (RC_c), dan alat tangkap (RC_g). Biaya risiko pada tiap-tiap komponen (RC_p , RC_c dan RC_g) merupakan peluang gangguan sampah plastik laut yang dihitung dalam satu kali gangguan dibagi jumlah trip penangkapan nelayan (tt), kemudian dikalikan dengan perkiraan biaya gangguan (PC) pada tiap-tiap komponen, yaitu baling-baling (PC_p), sistem pendingin kapal (PC_c),

dan alat tangkap (PC_g).

Peluang gangguan sampah plastik di laut terhadap unit penangkapan ikan nelayan 0 GT pada *propeller* dan alat tangkap berpeluang sama, yaitu sebesar 45%. Persentase tersebut paling tinggi dibandingkan dengan kategori nelayan lainnya. Gangguan sistem pendingin berpeluang paling besar terhadap nelayan 10 GT, yaitu sebesar 33%, sedangkan peluang gangguan alat tangkap paling besar dialami oleh nelayan 5 GT (Tabel 3). Gangguan *propeller* yang paling sering dialami oleh nelayan adalah *propeller* yang patah dan sistem pendingin kapal yang tersumbat mesin sehingga menyebabkan terganggunya kinerja mesin kapal. Sementara itu, gangguan alat tangkap nelayan yang paling sering terjadi adalah robeknya jaring karena tersangkut sampah plastik di laut.

Sampah laut memiliki dampak negatif, baik dalam aspek sosial maupun ekonomi yang luas bagi masyarakat. Salah satunya adalah kerugian ekonomi pada sektor industri, seperti penangkapan ikan komersial, perkapalan, dan pariwisata (Mouat *et al.*, 2010; McIlgorm *et al.*, 2011). Dampak sampah plastik di laut terhadap perikanan laut, antara lain, ialah hilangnya spesies yang ditargetkan ataupun tidak ditargetkan serta meningkatnya biaya penggantian komponen alat tangkap yang rusak dan biaya pemantauan, pembersihan, dan pembuangan (Cho, 2005; Maselko *et al.*, 2013).

Beberapa kajian tentang kerugian ekonomi akibat sampah plastik di laut terhadap kapal atau alat tangkap menuliskan bahwa di Inggris kerugian kapal senilai 1,24—3,2 juta USD pada tahun 2008 (Lee, 2014) dan di Jepang kerugian kapal akibat sampah laut senilai 18,4 juta USD pada 1985 (Takehama, 1990). Armada penangkapan ikan di Shetland, UK akibat sampah laut dapat menelan biaya hingga £30.000 per tahun (Hall, 2000). Di Jepang, Takehama (1990) menemukan fakta bahwa kapal penangkap ikan di kelas ukuran

Tabel 3. Dampak Gangguan pada Unit Penangkapan bagi Nelayan Skala Kecil di Jakarta.

Dampak	Komponen	Nelayan				
		0 GT	3 GT	5 GT	7 GT	10 GT
Peluang Gangguan (%)	<i>Propeller</i>	45	36	26	24	17
	Sistem Pendingin	17	31	26	18	33
	Alat Tangkap	45	38	43	17	18
Perkiraan Biaya (Rp)	<i>Propeller</i>	67.000,00	149.300,00	215.000,00	926.000,00	1.830.000,00
	Sistem Pendingin	101.250,00	725.000,00	765.000,00	1.010.000,00	4.390.000,00
	Alat Tangkap	219.000,00	675.000,00	618.000,00	1.378.000,00	2.810.000,00
Risiko Biaya (Rp)	<i>Propeller</i>	28.500,00	50.983,30	55.916,70	216.850,00	306.952,40
	Sistem Pendingin	17.011,90	177.202,40	201.166,70	178.795,20	1.419.166,70
	Alat Tangkap	100.833,30	225.000,00	264.333,30	236.695,20	495.761,90

5 GT s.d. 20 GT memiliki frekuensi kecelakaan tertinggi akibat sampah laut yang mengambang karena memengaruhi sistem pendingin mesin. Selain itu, keterikatan sampah laut pada *propeller* menyebabkan keterlambatan kapal. Oleh karena itu, sampah laut meningkatkan biaya perbaikan dan pemeliharaan kapal.

PERUBAHAN PENDAPATAN NELAYAN

Perubahan pendapatan nelayan dihitung untuk mengestimasi kerugian ekonomi nelayan kecil di Jakarta akibat dampak sampah plastik di laut. Pendapatan (*income*) nelayan diperoleh dari penghitungan total penerimaan (*total revenue*) dikurangi total biaya operasional (*operating costs*) selama melakukan operasi penangkapan ikan dalam satu kali trip penangkapan. Jika kapal terganggu sampah plastik di laut, pendapatan dikurangi biaya risiko gangguan pada komponen unit penangkapan (*risk costs*). Persentase perubahan pendapatan nelayan ketika terganggu dan tidak terganggu, dihitung dengan menggunakan Persamaan (9).

$$I = TR - OC$$

$$I' = TR - OC' - \sum RC$$

$$\Delta I = I' - I$$

$$\% \Delta I = \frac{\Delta I}{I'} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

I adalah pendapatan nelayan ketika tidak terganggu sampah plastik (Rp) dan I' adalah pendapatan nelayan ketika terganggu sampah plastik (Rp). Sementara itu, TR adalah total penerimaan nelayan per trip penangkapan (Rp) serta $\% \Delta I$ adalah persentase perubahan pendapatan nelayan per trip penangkapan akibat sampah plastik (%).

Sampah plastik di laut berdampak terhadap tangkapan oleh semua kategori nelayan. Hal itu secara signifikan menurunkan penerimaan serta pendapatan yang diterima oleh nelayan kecil di Jakarta (Tabel 4). Penurunan tangkapan ikan per trip terbesar dialami oleh nelayan 0 GT, yaitu sebesar 16,6%, dari 99,1 kg menjadi 90,5 kg. Sementara itu, penurunan tangkapan ikan per trip paling kecil dialami oleh nelayan 10 GT, yaitu sebesar 8,9%, dari 1.119 kg menjadi 1.013 kg ketika terganggu sampah plastik. Penurunan penerimaan nelayan 0 GT akibat sampah plastik adalah yang paling besar, yaitu 19%, dari Rp2.175.000,00 menjadi Rp1.721.000,00. Hal itu secara signifikan menurunkan pendapatan nelayan 0 GT sebesar 38%, dari Rp2.001.500,00 menjadi Rp1.297.611,90 per trip penangkapan.

Namun, dampak sampah plastik pada penerimaan nelayan 10 GT relatif rendah, yaitu turun hanya 7,4% dari Rp144.000.000,00 menjadi Rp133.950.000,00. Begitu pula dengan pendapatan nelayan 10 GT yang mengalami penurunan terendah dibandingkan dengan nelayan lainnya, yaitu hanya 9,4% dari Rp138.115.500,00 menjadi Rp125.843.619,00 per trip penangkapan ketika terganggu sampah plastik.

Ukuran kekuatan mesin kapal yang digunakan nelayan berpengaruh positif serta signifikan terhadap pendapatan yang diperoleh nelayan. Secara umum, makin besar ukuran mesin kapal makin besar pula daya tampung bahan bakar yang kemudian akan meningkatkan daya jelajah nelayan dan selanjutnya akan meningkatkan tangkapan ikan dan menambah pendapatan yang diterima oleh nelayan. Hubungan negatif terjadi antara biaya operasional dan pendapatan nelayan. Hasil penelitian menggambarkan bahwa biaya operasional penangkapan yang

Tabel 4. Dampak Sampah Plastik di Laut terhadap Aktivitas Nelayan Skala Kecil di Jakarta.

Variabel	Satuan	Kondisi	Nelayan				
			0 GT	3 GT	5 GT	7 GT	10 GT
Tangkapan	kg	Tidak Terganggu	99,1	380,0	568,0	714,0	1.119,0
		Terganggu	90,5	324,5	508,0	645,0	1.013,0
		Perubahan (%)	-16,6	-15,1	-14,8	-10,2	-8,9
Penerimaan	Rp	Tidak Terganggu	2.175.000,00	2.120.000,00	7.150.000,00	25.900.000,00	144.000.000,00
		Terganggu	1.721.000,00	1.834.000,00	6.200.000,00	23.650.000,00	133.950.000,00
		Perubahan (%)	-19,0	-18,7	-13,9	-8,9	-7,4
Pendapatan	Rp	Tidak Terganggu	2.001.500,00	2.147.400,00	6.473.500,00	24.271.000,00	138.115.500,00
		Terganggu	1.297.611,90	1.945.181,90	4.895.750,70	21.111.159,50	125.843.619,00
		Perubahan (%)	-38,0	-29,0	-26,5	-13,5	-9,4

dikeluarkan dalam kegiatan penangkapan yang tinggi akan mengurangi pendapatan yang diperoleh nelayan.

Sumber-sumber sampah laut yang berbasis darat dan laut berasal dari wilayah itu sendiri atau dari wilayah lain yang terbawa arus sehingga berkonsekuensi terhadap lingkungan (Gregory, 2009). Hal itu juga diperparah dengan peningkatan jumlah sampah plastik yang lolos dari daur ulang atau aliran limbah menuju lautan (Zetter *et al.*, 2013). Melalui pembuangan yang tidak sengaja dan sembarangan, limbah plastik itu menumpuk di lingkungan pada tingkat yang tidak terkendali, kemudian digerakkan oleh sungai hingga akhirnya mencapai wilayah pantai (Wright *et al.*, 2013). Selain itu, tsunami dan badai dapat menyebabkan sampah plastik memasuki lautan dari daerah pesisir yang akhirnya terbawa arus dan menyebar ke pantai-pantai di seluruh dunia (Andrady, 2011).

Jaring ikan yang dibuang atau hanyut berdampak pada industri perikanan tangkap dan akuakultur yang mengakibatkan hilangnya tangkapan dan meningkatnya biaya untuk memperbaiki kapal, jaring yang rusak, dan *propeller* yang kotor akibat tersangkut (Carrol *et al.*, 2014). Jaring-jaring yang tergolong sampah plastik laut itu berdampak ekonomi langsung terhadap pengurangan stok sumber daya ikan yang tersedia serta memiliki konsekuensi tidak langsung, seperti hilangnya peluang penangkapan ikan karena waktu yang dihabiskan untuk membersihkan sampah tersebut dari alat tangkap dan *propeller* kapal. Ekosistem perikanan laut juga akan terpengaruh akibat jaring yang dibuang atau hanyut di lautan karena hal itu dapat menjerat ikan yang belum dewasa. Hal itu akan mengurangi potensi reproduksi ikan secara keseluruhan (Choy & Drazen, 2013). Sampah laut juga menyebabkan kerusakan pada lingkungan benthik (Moore, 2008), memengaruhi keanekaragaman hayati (Derraik, 2002), dan berpotensi menyebabkan hilangnya fungsi ekosistem (Ten Brink *et al.*, 2009).

PENUTUP

Sampah plastik di laut berdampak signifikan terhadap kerugian ekonomi aktivitas penangkapan ikan oleh nelayan skala kecil di pesisir Jakarta. Studi kami memberikan gambaran tentang dampak tersebut dari pengamatan yang cermat terhadap nelayan 0—10 GT di pesisir Jakarta. Makin kecil ukuran kapal (GT) makin besar

dampak ekonomi yang diakibatkan oleh sampah plastik. Dampak terbesar dirasakan oleh nelayan 0 GT yang mengalami penurunan pendapatan sebesar 38%, yaitu Rp2.001.500,00 menjadi Rp1.297.611,00 per trip. Sementara itu, dampak terkecil dirasakan nelayan 10 GT yang mengalami penurunan pendapatan sebesar 9,4%, yaitu dari Rp138.115.500,00 menjadi Rp125.843.619,00 per trip. Penurunan pendapatan diakibatkan oleh penurunan tangkapan, kerusakan alat tangkap, dan peningkatan biaya operasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Yayasan Strategi Konservasi Indonesia (Conservation Strategy Fund Indonesia) melalui *Marine Fellowship Program* (MFP) tahun 2019—2020 dengan nomor kontrak GA01-CSFIDN-MFPII-2019, serta penulis menyampaikan terima kasih kepada tim editor dan reviewer atas saran dan masukan untuk perbaikan makalah ini.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Dengan ini kami menyatakan bahwa kontribusi tiap-tiap penulis terhadap pembuatan karya tulis ini adalah Andi Sagita sebagai kontributor utama serta M. Danny Sianggaputra dan C. Desta Pratama sebagai kontributor anggota. Penulis menyatakan bahwa penulis telah melampirkan surat pernyataan kontribusi penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Allsopp, M., Walters, A., Santillo, D., & Johnston, P. (2006). *Plastic debris in the world's oceans*. Amsterdam: Greenpeace International. Diakses dari http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2011/05/plastic_ocean_report.pdf.
- Arthur, C., Sutton-Grier, A.E., Murphy, P., & Bamford, H. (2014). Out of sight but not out of mind: harmful effects of derelict traps in selected U.S. coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 86(1—2), 19—28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.050>.
- Andrady, A.L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596—1605. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>.
- Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1526), 1985—1998. doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>.

- Baulch, S., & Perry, C. (2014). Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. *Marine Pollution Bulletin*, 80(1–2), 210–221. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.050>.
- Bond, A.L., Provencher, J.F., Elliot, R.D., Ryan, P.C., Rowe, S., Jones, I.L., Robertson, G.J., & Wilhem, S.I. (2013). Ingestion of plastic marine debris by Common and Thick-billed Murres in the northwestern Atlantic from 1985 to 2012. *Marine Pollution Bulletin*, 77, 192–295. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.005>.
- Browne, M.A. (2015). Sources and pathways of microplastic to habitats. In M. Bergmann, L. Gutow & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 229–244). Berlin: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_9.
- Bugoni, L., Krause, L., & Petry, M.V. (2001). Marine debris and human impacts on sea turtles in Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 42(12), 1330–1334. doi: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00147-3](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00147-3).
- Carrol, C., Sousa, J., & Thevenon, F. (2014). *Plastic debris in the ocean: The characterization of marine plastics and their environmental impacts, situation analysis report*. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature (IUCN) doi: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2014.03.en>.
- Cho, D.O. (2005). Challenges to marine debris management in Korea. *Coastal Management*, 33(4), 389–409. doi: <https://doi.org/10.1080/08920750500217559>.
- Choy, A., & Drazen, J.C. (2013). Plastic for dinner? Observations of frequent debris ingestion by pelagic predatory fishes from the central North Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 485, 155–163. doi: <https://doi.org/10.3354/meps10342>.
- Critchell, K., Grech, A., Schlaefel, J., Andutta, F.P., Lambrechts, J., Wolanski, E., & Hamann, M. (2015). Modelling the fate of marine debris along a complex shoreline: Lessons from the Great Barrier Reef. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 167, 414–426. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.10.018>.
- Critchell, K. & Lambrechts, J. (2016). Modelling accumulation of marine plastics in the coastal zone; what are the dominant physical processes?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 171, 111–122. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.036>.
- Debros, A.O., Meesters, H.W., Bron, P.S., & de León, R. (2013). Marine debris in mangroves and on the seabed: largely-neglected litter problems. *Marine Pollution Bulletin*, 72(1), 1. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.03.023>.
- Derraik, J.G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842–852. doi: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5).
- Donohue, M.J. & Foley, D.G. (2007). Remote sensing reveals links among the endangered Hawaiian monk seal, marine debris, and El Niño. *Marine Mammal Science*, 23(2), 468–473. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2007.00114.x>.
- Galgani, F., Hanke, G., & Maes, T. (2015). Global distribution, composition and abundance of marine litter. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 29–56). Berlin: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_2.
- Gregory, M.R. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings – entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking, and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1526), 2013–2025. doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>.
- Hall, K. (2000). *Impacts of marine debris and oil: Economic and social costs to coastal communities*. Shetland: Kommunenes Internasjonale Miljøorganisasjon (KIMO) c/o Shetland Islands Council, Environment & Transportation Department, Grantfield, Lerwick, Shetland. Diakses dari http://www.kimointernational.org/wp/wp-content/uploads/2017/09/KIMO_Impacts-of-Marine-Debris-and-Oil_Karen_Hall_2000.pdf.
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.
- Jang, Y.C., Hong, S., Lee, J., Lee, M.J., & Shim, W.J. (2014). Estimation of lost tourism revenue in Geoje Island from the 2011 marine debris pollution event in South Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1), 49–54. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.02.021>.
- Kiessling, T., Gutow, L., & Thiel, M. (2015). Marine litter as habitat and dispersal vector. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 141–181). Berlin: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_6.
- Kühn, S., Bravo Rebollo, E.L., & van Franeker, J.A. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 75–116). Berlin: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_4.

- Laporan Sintesis Hotspot Sampah Laut Indonesia. (2018). *Hotspot sampah laut Indonesia*. Washington: World Bank Group. Diakses dari <http://documents.worldbank.org/curated/en/642751527664372193/pdf/126686-INDONESIA-29-5-2018-14-34-5-SynthesisFullReportAPRILIND.pdf>.
- Lee, J. (2014). *Economic valuation of marine litter and microplastic pollution in the marine environment: An initial assessment of the case of the United Kingdom*. London: Centre for Financial and Management Studies University of London.
- Maselko, J., Birshop, G., & Murphy, P. (2013). Ghost fishing in the southeast Alaska commercial Dungeness Crab Fishery. *North American Journal of Fisheries Management*, 33, 422 —431. doi: <https://doi.org/10.1080/02755947.2013.763875>.
- McIlgorm, A., Campbell, H. F., & Rule, M. J. (2011). The economic cost and control of marine debris damage in the Asia-Pacific region. *Ocean & Coastal Management*, 54(9), 643—651. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.05.007>.
- Mengo, E. (2017). A review of marine litter management practices for the fishing industry in the North-East Atlantic area. Australia: CEFAS (Centre of Environment Fisheries & Aquaculture Science).
- Moore, C.J. (2008) Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research*, 108(2), 131—139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.07.025>.
- Morritt, D., Stefanoudis, P.V., Pearce, D., Crimmen, O.A., & Clark, P.F. (2013). Plastic in the Thames: A river runs through it. *Marine Pollution Bulletin*, 78(1—2), 196—200. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.035>.
- Mouat, J., Lozano, R., & Bateson, H. (2010). *Economic impacts of marine litter*. KIMO (Kommunenenes Internasjonale Miljøorganisasjon).
- Newman, S., Watkins, E., Farmer, A., ten Brink, P., & Schweitzer, J.P. (2015). The economics of marine litter. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 371—398). Berlin: Springer.
- Takehama, S. (1990). *Estimation of damage to fishing vessels caused by marine debris, based on insurance statistics*. In Shomura, R.S., Godfrey, M.L. (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris 2—7 April 1989, Honolulu, Hawaii*, (1). U.S. Department of Commerce: National Marine Fisheries Service. Southeast Fisheries Center (NOAA).
- Ten Brink, P., Lutchman, I., Bassi, S., Speck, S., Sheavly, S., Register, K., & Woolaway, C. (2009) Guidelines on the Use of Market-based Instruments to Address the Problem of Marine Litter. Brussels: United Nations Environment Programme (UNEP). Diakses dari http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/Marine_Litter_Survey_and_Monitoring_Guidelines.pdf.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. (2009). *Marine litter: A global challenge*. Nairobi: UNEP. Diakses dari <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7787>.
- Vikas, M., & Dwarakish, G.S. (2015). Coastal pollution: A review. *Aquatic Procedia*, 4, 381—388. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.051>.
- Wright S. L., Richard C. T., & Tamara S. G. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, 178, 483—492. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>.
- Zetter, E.R., Mincer, T.J., & Amaral-Zettler, L. (2013). Life in the “plastisphere”: Microbial communities on plastic marine debris. *Environmental Science & Technology*, 47(13), 7137—7146. doi: <https://doi.org/10.1021/es401288x>.