



## Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Lemuru Protolan (*Sardinella Lemuru*) Hasil Tangkapan di Selat Bali

Cok Istri Agung Sucipta Yudhantari<sup>a</sup>, I Gede Hendrawan\*<sup>a</sup>, Ni Luh Putu Ria Puspitha<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

\*Corresponding author, email: [gede.hendrawan@unud.ac.id](mailto:gede.hendrawan@unud.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received January 16<sup>th</sup> 2019

Received in revised form April 16<sup>th</sup> 2019

Accepted May 14<sup>th</sup> 2019

Available online August 5<sup>th</sup> 2019

#### Keywords:

Microplastic

*Sardinella lemuru*

Bali Strait

### ABSTRACT

Bali Strait is a waters region with the greatest potential for catching pelagic fish, one of which is lemuru (*Sardinella lemuru*). The quality of lemuru fish is thought to decrease due to the presence of plastic waste entering from the watershed and empties into the Bali Strait. The plastic waste will floating in the water column, which causes the plastic to be torn apart or degraded by sunlight and form plastic particles called microplastic. The size of microplastic that similar to phytoplankton and zooplankton allow lemuru to accidentally ingest the microplastic. The purpose of this study was to analyze the type of microplastic and calculate microplastic abundance in the digestive tract of lemuru fish (*Sardinella lemuru*) caught in the Bali Strait. This research was conducted from May to July 2018. Sampling was done by collecting fish landed at the Kedonganan Fish Landing Port. Sample analysis was carried out at the Laboratory of Marine Science, Faculty of Marine Science and Fisheries, Udayana University. The most common type of microplastic contained in the digestive tract of lemuru fish is fiber, which comes from synthetic materials in clothing and also fishing gear such as fishing rods or nets. Microplastic abundance in the digestive tract of lemuru protolan in this study was 1 particle/fish.

2019 JMRT. All rights reserved.

### 1. Pendahuluan

Selat Bali adalah suatu wilayah perairan dengan potensi tangkapan ikan pelagis terbesar, salah satunya adalah ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) (Setyohadi, 2009). Lemuru merupakan komoditas sumberdaya perikanan yang paling banyak ditangkap oleh nelayan di perairan Selat Bali dan secara ekonomis bernilai tinggi (Ridha *et al.*, 2013). Produksi ikan lemuru juga memiliki peranan penting bagi masyarakat lokal karena merupakan sumber pendapatan dan pendukung aktivitas industri lokal serta dapat memperbesar lapangan pekerjaan (Purwaningsih, 2015).

Nilai penting komoditas perikanan lemuru di Selat Bali dapat dilihat dari data tangkapan ikan yang didominasi oleh jenis ikan lemuru (Susilo, 2015). Namun, kualitas ikan lemuru diduga menurun akibat adanya sampah plastik yang masuk dari Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bermuara di Selat Bali, khususnya musim Barat (Mongabay, 2017). Menurut Yunanto (2018), sampah yang bermuara di Selat Bali merupakan sampah yang berasal dari daratan di Pantai Kuta (sebelah barat) yang dihanyutkan melalui sungai untuk selanjutnya didamparkan ke Pantai Kuta dengan melalui bantuan angin dan arus. Sampah yang berada di sekitar Daerah Aliran Sungai Selat Bali akan terperangkap dalam daerah-daerah tergenang di sekitar aliran sungai ataupun tetap berada di posisinya, dan akan menjadi sampah di Selat Bali pada saat terjadinya hujan besar. Pola arus di Selat Bali akan bergerak dari barat menuju timur dengan membawa massa air dan sampah yang menyertainya pada musim barat (musim hujan).

Salah satu jenis sampah yang paling banyak terdapat di wilayah daratan dan lautan adalah sampah plastik.

Cauwenbergh *et al* (2013) memperkirakan bahwa 10% dari semua plastik yang baru diproduksi akan dibuang melalui sungai dan berakhir di laut. Hampir semua jenis plastik akan melayang ataupun mengapung dalam badan air sehingga menyebabkan plastik terkoyak-koyak dan terdegradasi oleh sinar matahari (fotodegradasi), oksidasi, dan abrasi mekanik yang membentuk partikel-partikel plastik (Thompson *et al.*, 2009). Partikel plastik yang berukuran  $\leq 5$  mm disebut mikroplastik (Thompson *et al.*, 2004). Hasil studi yang telah dilakukan oleh Lusher *et al* (2013) menunjukkan bahwa mikroplastik tersebar luas di lautan pada dasar laut, pantai, maupun permukaan laut.

Ukurannya yang sangat kecil memungkinkan mikroplastik tidak sengaja tercerna oleh berbagai organisme laut, salah satunya adalah ikan lemuru yang terdapat di Selat Bali. Ikan lemuru merupakan ikan pelagis yang cara makannya dengan *filter feeder* (Carpenter dan Niem, 1999). Menurut Merta (1992), klasifikasi ikan lemuru di Selat Bali dibagi menjadi 4 golongan berdasarkan ukuran (panjang), yaitu sempenit (<11 cm); protolan (11-15 cm); lemuru (15-18 cm); dan lemuru kucing (>18 cm). Ikan lemuru protolan merupakan ukuran yang paling banyak ditemukan di Selat Bali. Ukuran ikan lemuru diduga mengalami perkembangan menurut waktu dan daerah penangkapan yang menggambarkan adanya perubahan siklus hidup ikan tersebut (Merta, 1992). Menurut Wujdi *et al.* (2012), ikan lemuru protolan merupakan lemuru terbanyak yang tertangkap oleh nelayan pada tahun tersebut, yaitu sebanyak 53,7%.

Menurut Lusher *et al* (2013), sekitar 36,5% dari 504 ikan demersal dan ikan pelagis ditemukan mikroplastik dalam saluran pencernaannya. Partikel plastik yang terakumulasi

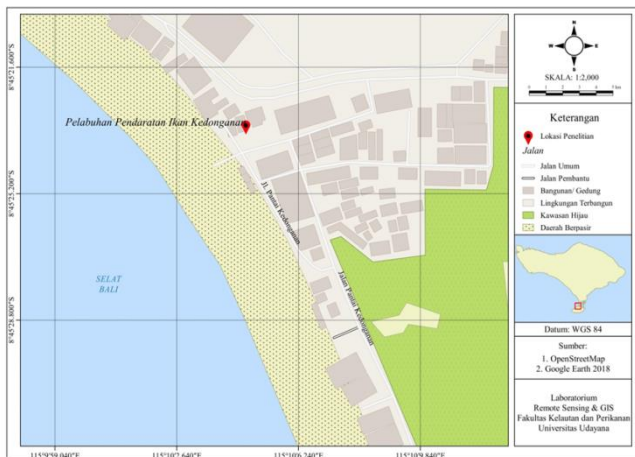
dalam jumlah yang besar dalam tubuh ikan dapat menyumbat saluran pencernaan ikan (Browne *et al.*, 2013), mengganggu proses-proses pencernaan, ataupun menghalangi proses penyerapan (Wright *et al.*, 2013). Selain itu, kandungan mikroplastik dalam saluran pencernaan dapat menimbulkan rasa kenyang yang palsu, sehingga ikan mengalami penurunan nafsu makan (Ryan, 2009). Mikroplastik juga dikhawatirkan dapat memfasilitasi transportasi kontaminan kimia (Hirai *et al.*, 2011) dan menjadi pembawa kontaminan organik maupun inorganik yang berbahaya (EFSA Contam Panel, 2016).

Dari permasalahan tersebut, penting halnya dilakukan penelitian mengenai kandungan mikroplastik pada ikan konsumsi, khususnya ikan lemuru protolan di Selat Bali. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan mikroplastik yang mencemari ikan lemuru di wilayah perairan tersebut.

## 2. Metodologi

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei hingga Juli 2018. Pengambilan sampel dilakukan di Pelabuhan Pendaratan Ikan Kedonganan. Pengolahan sampel dan analisis data mikroplastik dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Ikan Lemuru

### 2.2. Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel ikan dilakukan dengan mengumpulkan ikan yang didaratkan di Pelabuhan Pendaratan Ikan Kedonganan. Penelitian ini menggunakan data primer (pengambilan langsung di lapangan). Sampel diambil secara *random* dan berkala sebanyak 15 ekor yang berukuran 11-16 cm. Lemuru yang berukuran 11-16 cm disebut lemuru protolan.

### 2.3. Analisis mikroplastik pada saluran pencernaan ikan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode yang telah dilakukan oleh Rochman (2015). Untuk menghindari kontaminasi dari lingkungan sekitar, seluruh peralatan yang digunakan dipastikan terhindar dari kontaminan dengan membersihkan dengan air suling. Selanjutnya sampel ikan didokumentasikan dan diukur panjang serta beratnya. Ikan dibedah dan diambil saluran pencernaannya, lalu saluran pencernaan ikan tersebut diletakkan dalam gelas ukur. Setelah

itu saluran pencernaan tersebut ditambahkan larutan KOH 10% hingga terendam (kurang lebih sebanyak 3x volume jaringan) untuk menghancurkan saluran pencernaan ikan (bahan organik). Gelas ukur yang berisi saluran pencernaan ikan dan larutan KOH 10% tersebut ditutup dengan aluminium foil lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 60°C.

Jika dalam masa inkubasi pertama masih terdapat sisa pencernaan ikan yang masih belum terlarutkan oleh larutan KOH 10%, maka dilakukan inkubasi kedua dengan menambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% sebanyak 5 ml. Saluran pencernaan ikan yang telah ditambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% tersebut kemudian didiamkan kembali selama 24 jam pada suhu ruangan. Setelah saluran pencernaan ikan telah hancur, selanjutnya disaring dengan menggunakan kain saring (200 µm) terlebih dahulu untuk memudahkan penyaringan sampel. Sampel yang telah tersaring, dibilas dengan aquades sambil dipindahkan ke kertas saring Whatman. Kertas *Whatman* yang sudah berisi sampel ditutup dan dilapisi dengan aluminium foil, kemudian dikeringkan dengan oven untuk mempermudah proses identifikasi.

### 2.3.1. Identifikasi mikroplastik pada saluran pencernaan ikan

Proses identifikasi dilakukan dengan menggunakan mikroskop okuler (Olympus CX21) pada perbesaran 4x/0.10. Sampel pada kertas *Whatman* yang telah kering dipindahkan ke cawan petri untuk memudahkan proses identifikasi. Cawan petri tersebut diletakkan pada meja objek, lalu diatur makrometer dan mikrometernya untuk memfokuskan objek.

Untuk memudahkan dalam melihat dan mendokumentasikan partikel mikroplastik, digunakan *software* OptiLab yang dapat disambungkan ke mikroskop. Setelah didapatkan partikel mikroplastik, partikel tersebut didokumentasikan kemudian diukur dengan menggunakan *software* Image Raster.

### 2.4. Kelimpahan mikroplastik pada ikan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh C.M. Boerger *et al.*, (2010), maka kelimpahan mikroplastik pada penelitian ini dihitung seperti terlihat pada persamaan 1.

$$\text{kelimpahan} = \frac{\text{jumlah partikel mikroplastik}}{\text{jumlah ikan}} \dots\dots\dots (1)$$

## 3. Hasil

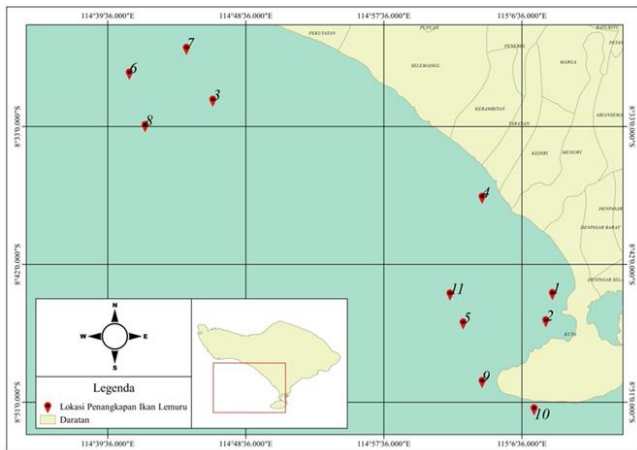
### 3.1. Daerah tangkapan lemuru

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan nelayan di Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan, didapatkan data lokasi penangkapan ikan lemuru di perairan Selat Bali yang ditunjukkan dalam peta partisipatif (Gambar 2).

Dari lokasi penangkapan yang telah dijelaskan oleh 11 nelayan Kedonganan, rata-rata nelayan menyatakan bahwa lokasi penangkapan ikan lemuru dilakukan di perairan Tanah Lot, perairan Tanjung Bugit (sekitar Pantai Kedonganan), perairan sebelah barat dan utara Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, dan di perairan selatan Bali (sekitar Kuta). Hasil wawancara tersebut mendukung pernyataan mengenai keberadaan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) yang berhabitat di Selat Bali.

Nelayan-nelayan Kedonganan menangkap ikan selama satu kali trip (*one day trip*). Waktu yang ditempuh nelayan tersebut untuk melaut yaitu sekitar 5-6 jam dengan menggunakan jukung dengan mesin 7-15 PK. Alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan lemuru yaitu pukat

cincin (*purse seine*). Menurut nelayan sekitar, ikan lemuru di perairan Selat Bali umumnya tertangkap sepanjang tahun, namun keberadaan ikan lemuru mulai meningkat dari bulan Oktober dan musim penangkapan terjadi pada Desember hingga Februari, sedangkan pada bulan lainnya hasil tangkapan lemuru sangat sedikit. Ikan lemuru di perairan Selat Bali membentuk gerombolan (*schooling*) dimana besaran ukuran gerombolan dan penyebarannya sangat dipengaruhi oleh musim dan waktu siang atau malam hari (Wudianto, 2001).

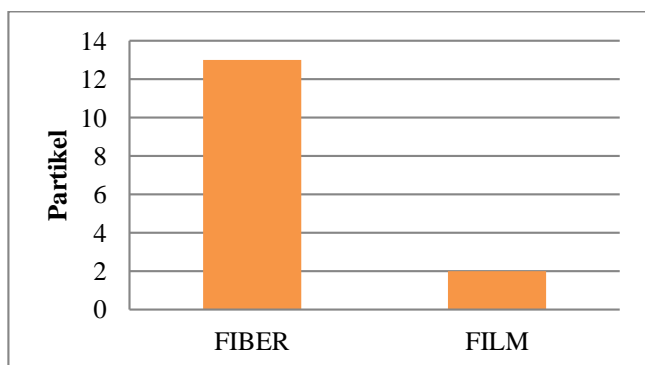


**Gambar 2.** Peta Partisipatif Lokasi Penangkapan Ikan Lemuru oleh Nelayan Kedonganan

3.2. Jumlah dan jenis mikroplastik pada saluran pencernaan ikan lemuru protolan

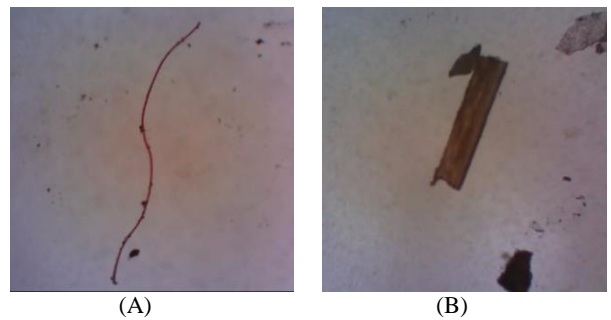
Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan lemuru protolan yang diambil di Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan mengandung partikel mikroplastik. Dari 15 ekor lemuru protolan yang digunakan dalam penelitian ini, jumlah mikroplastik yang ditemukan yaitu 15 partikel. Ukuran dari mikroplastik tersebut berkisar antara 0,25 – 0,79 mm. Partikel plastik yang ditemukan di saluran pencernaan ikan lemuru protolan termasuk dalam kategori mikroplastik yaitu partikel plastik yang memiliki ukuran 1 µm sampai 5 mm. Hal ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Lippiat *et al* (2013).

Adapun jenis-jenis yang berhasil diidentifikasi adalah fiber dan film. Mikroplastik jenis fiber ditemukan sebanyak 13 partikel, sedangkan jenis film ditemukan sebanyak 2 partikel. Grafik jumlah dan jenis mikroplastik secara rinci dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Jumlah dan Jenis Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Lemuru Protolan

Adapun jenis mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan lemuru protolan yaitu fiber dan film. Jenis mikroplastik tersebut dapat dilihat pada gambar 4A dan 4B.



**Gambar 4.** Jenis mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan lemuru protolan (A) Fiber; (B) Film

Fiber adalah jenis dari mikroplastik yang paling dominan teridentifikasi dalam saluran pencernaan ikan lemuru protolan. Mikroplastik jenis fiber berasal dari material sintetis pada pakaian dan juga alat pancing atau jaring (United Nations Environment Programme, 2016). Fiber dapat menggumpal atau membentuk simpul dan dapat berbahaya karena dapat memblokir saluran pencernaan dan menghalangi jalan masuk makanan. Menurut GESAMP (2015), fiber memiliki bentuk dan ukuran yang tipis yang menyebabkan fiber sering ditemukan mengapung di permukaan air. Penelitian Alomar *et al* (2016) di Laut Mediterania juga menunjukkan adanya mikroplastik yang terlihat mengapung di permukaan laut. Diduga persebaran mikroplastik tersebut dipengaruhi oleh arus dan angin. Hal ini didukung oleh pernyataan Oliveira *et al.* (2015) yaitu arus dan angin yang kuat dapat mengangkut sampah jauh dari sumbernya.

Mikroplastik jenis film ditemukan terbanyak kedua setelah fiber. Densitas film lebih rendah dibandingkan tipe mikroplastik lainnya sehingga lebih mudah ditransportasikan (Hastuti, 2014). Menurut Kovač *et al.* (2016), film memiliki bentuk yang tidak beraturan, tipis dan lebih fleksibel jika dibandingkan dengan fragmen. Film juga memiliki warna transparan.

3.3. Kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan lemuru protolan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, didapatkan jumlah kelimpahan mikroplastik dari lemuru protolan yaitu sebanyak 1 partikel/ikan. Menurut Lagler (1974), pola kebiasaan makan ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya umur, ukuran, waktu serta faktor lingkungan yang mempengaruhi ketersediaan pakan alami.

Ditemukannya mikroplastik dalam saluran pencernaan ikan lemuru protolan dapat disebabkan karena adanya beberapa faktor. Faktor utamanya yaitu adanya sampah sisa-sisa alat tangkap seperti pancing atau jaring yang digunakan nelayan dalam melakukan aktivitas menangkap ikan di perairan Selat Bali. Hal ini diduga menyebabkan partikel mikroplastik jenis fiber menjadi jenis terbanyak yang ditemukan dalam saluran pencernaan ikan lemuru pada penelitian ini. Selain itu, kain sintetis dari limbah rumah tangga (hasil proses pencucian) juga merupakan sumber tambahan dari mikroplastik, yang dapat melepas sebanyak 1900 serat per garmen (Browne *et al.*, 2011).

Menurut Burhanuddin dan Praseno (1982), ikan lemuru tergolong jenis ikan pemakan penyaring (*filter feeder*) dengan

**Daftar Pustaka**

- makanan utama berupa fitoplankton dan zooplankton. Hal ini juga mendukung keberadaan mikroplastik dalam saluran pencernaannya. Bentuk dan ukuran mikroplastik yang mirip dengan fitoplankton dan zooplankton tersebut memungkinkan ikan lemuru tidak sengaja menelan mikroplastik. Adapun hal-hal yang mempengaruhi persebaran mikroplastik yaitu adanya faktor alam seperti pasang surut air atau adanya arus laut sehingga partikel akan terbawa oleh arus yang ada, serta sebaran partikel cemaran yang tidak merata pada lingkungan tersebut.
- Cole *et al* (2013) menjelaskan bahwa beberapa organisme laut seperti bivalvia, zooplankton, kerang, ikan, udang, tiram, serta paus telah menelan mikroplastik. Hal tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi organisme yang secara tidak langsung mengonsumsi partikel-partikel mikroplastik. Dampak negatif tersebut dapat berupa rendahnya tingkat pertumbuhan, produksi enzim yang tersumbat, komplikasi pada sistem reproduksi, serta stress secara patologis (Sutton *et al.*, 2016).
- Mikroplastik dapat bersifat menyerap racun yang dihasilkan dari bahan-bahan kimia yang ada pada air laut serta lingkungan sekitarnya dan dapat ditransfer ke dalam rantai makanan secara tidak langsung (Avio *et al.*, 2016). Hal ini juga dapat memberikan dampak yang buruk bagi manusia yang mengonsumsi ikan tanpa melalui proses pembersihan terlebih dahulu dan dapat memberikan dampak yang buruk pada rantai makanan secara berurutan. Biota yang mengonsumsi mikroplastik dalam jangka waktu yang lama akan mengalami kematian karena partikel tidak dapat dicerna dalam tubuh biota (Browne *et al.*, 2008).
- Efek samping dari mikroplastik juga dapat terbentuk karena adanya kombinasi toksisitas intrinsik pada plastik. Mikroplastik berfungsi sebagai salah satu vektor patogen yang memiliki potensi cukup besar dalam membawa mikroba (Zettler *et al.*, 2013). Adanya akumulasi mikroplastik pada sedimen juga dapat menjadikan biota yang ada dalam lokasi tersebut mengonsumsi mikroplastik secara langsung, dan jika manusia mengonsumsi biota yang terkontaminasi maka mikroplastik juga akan masuk ke dalam tubuh manusia (Rochman *et al.*, 2015).
- #### 4. Kesimpulan
- Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.
1. Jenis mikroplastik yang ditemukan pada saluran pencernaan ikan lemuru protolan pada penelitian ini adalah fiber 13 partikel (86,67%) dan film sebanyak 2 partikel (13,33). Jenis mikroplastik yang paling dominan terkandung dalam saluran pencernaan ikan lemuru adalah fiber, yang kemungkinan berasal dari material sintetik pada pakaian dan juga alat tangkap seperti pancing atau jaring.
  2. Kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan lemuru pada penelitian ini adalah 1 partikel/ikan.
- #### Ucapan Terima Kasih
- Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Ilmu Kelautan Universitas Udayana yang telah memfasilitasi dalam proses penelitian ini.
- Alomar C, Estarellas F, Deudero S. 2016. Microplastics in the Mediterranean Sea: deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. *Mar. Environ. Res.* 115, 1–10.
- Avio CG, Gorbi S, Milan M, Benedetti M, Fattorini D, d'Errico G, Paoletto M, Bargelloni L, Regoli F. 2016. Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to mussels. *Environ. Pollut.* 198, 211– 222.
- Boerger CM, Lattin GL, Moore SL, Moore CJ. 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin.* 60: 2275–2278.
- Browne MA, Niven SJ, Galloway TS, Rowland SJ, Thomson RC. 2013. Microplastic moves pollutants and additives to worm, reducing functions linked to health and biodiversity. *J Cub. 23* (2013): 2388-2392.
- Browne MA, Dissanayake A, Galloway TS, Lowe DM, Thompson RC . 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environ Sci Technology* 42: 5026–5031.
- Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, Thompson R. 2011. Accumulation of microplastics on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.*, 45 (21): 9175-9179.
- Burhanuddin B, Praseno P. 1982. Lingkungan Perairan Selat Bali. Dalam *Prosiding Seminar perikanan Lemuru: Lembaga Oseanografi Nasional – LIPI. Banyuwangi*, 18 – 21 Januari 1982 (pp. 27 – 32).
- Carpenter KE, Niem VH. 1999. *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 3. Batoid fishes, chimaeras and bony fishes part.1 (Elopidae to Linophrynidae).* Roma: Food and Agriculture Organization.
- Cauwenberghe, V L, Vanreusel A, Mees J, Janssen CR. 2013. Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environment Pollution.* 182, 495–499.
- Cole M, Lindeque P, Fileman E, Halsband C, Goodhead R, Moger J, Galloway TS. 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environ. Sci. Technol.* 47, 6646-6655.
- EFSA Contam Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). 2016. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*, 14 (6).
- GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: A Global Assessment (Kershaw, P.J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO/IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on The Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96p.
- Hastuti AR. 2014. *Distribusi Spasial Sampah Laut Di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk Jakarta.* [Skripsi]. Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan. IPB. Bogor.
- Hirai. 2011. Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine Pollution Bulletin* 62 (8): 1683-1682.
- Kovač Viršek M, Palatinus A, Koren Š, Peterlin M, Horvat P, Kržan A.. 2016. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *J Visual Exp* 118: 1-9.
- Lagler KF, Bardach JE, Miller RR, Passino DRM. 1974. *Ichthyology.* John Wiley & Sons, Inc. United State of America.
- Lippiat S, Opfer S, Arthur C. 2013. *Marine Debris and Monitoring Assesment.* NOAA.
- Lusher AL, McHugh M, Thomson RC. 2013. Occurrence of microplastic in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin.* 67: 94-99.
- Merta IGS. 1992. Dinamika populasi ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853. (Pisces: Clupeidae) di perairan Selat Bali dan alternatif

- pengelolaannya. Disertasi (Tidak dipublikasikan). Program Pasca Sarjana-IPB. Bogor. 201p.
- Mongabay. 2017. Terus Berulang Terjadi, Dari Mana Sampah di Pantai Kuta?.<https://www.mongabay.co.id/2017/01/10/terus-berulang-terjadi-dari-mana-sampah-di-pantai-kuta/> [diakses pada tanggal 18 November 2018 pukul 11:02 WITA].
- Oliveira F, Monteiro P, Bentes L, Henriques NS, Aguilar R, Gonçalves JM. 2015. Marine litter in the upper S-ao Vicente submarine canyon (SW Portugal): abundance, distribution, composition and fauna interactions. *Mar. Pollut. Bull.* 97 (1-2), 401-407.
- Purwaningsih R. 2015. Analisis nilai tambah produk perikanan lemuru Pelabuhan Muncar Banyuwangi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 14 (1), 13-23.
- Ridha U, Muskananfolo MR, Hartoko A. 2013. Analisa sebaran tangkapan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) berdasarkan data satelit Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A di perairan Selat Bali. *Diponegoro Journal of Maquares*, 2 (4), 53-60.
- Rochman CM. 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption.
- Ryan PG, Moore CJ, van Franeker JA, Moloney CL. 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* Vol. 364 (1526): pp 1999-2012.
- Setyohadi D. 2009. Studi potensi dan dinamika stok ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali serta alternatif penangkapannya. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 11 (1), 78-86.
- Susilo K. 2015. Variabilitas faktor lingkungan pada habitat ikan lemuru di Selat Bali menggunakan data satelit oseanografi dan pengukuran insitu. *Omni Akuatika*, 14 (20), 13-22.
- Sutton R, Mason SA, Stanek SK, Willis-Norton E, Wren IF, Box C. 2016. Microplastic Contamination in the San Francisco Bay, California, USA. *Marine Pollution Bulletin*. 2016.05.077.
- Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, McGonigle D, Russel AE. 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science* Vol. 304 (5627): 838.
- Thompson RC, Swan SH, Moore CJ, Vom Saal FS. 2009. Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Science* Vol. 364 (1526): 2153-2166.
- United Nations Environment Programme. 2016. *UNEP Frontiers 2016 Reports: Emerging issues of environmental Concern*. UNEP, Nairobi.
- Wright SL, Thompson RC, Galloway TS. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution* Vol. 178: 483-492.
- Wudianto. 2001. Karakteristik gerombolan ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) di perairan Selat Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Edisi Sumberdaya dan Penangkapan*. 7 (3): 70-77.
- Wujdi A, Suwarso, Wudianto. 2012. Beberapa parameter populasi ikan lemuru (*Sardinella Lemuru* Bleeker, 1853) di perairan Selat Bali. *BAWAL* Vol. 4 (3) Desember 2012 : 177-184.
- Yunanto, Agung. 2018. Sampah kiriman Pantai Kuta antara berkah dan bencana.<http://bpol.litbang.kkp.go.id/27-berita-penelitian/323sampah-kiriman-pantai-kuta-antara-berkah-dan-bencana> (diakses pada tanggal 15 Januari 2019 pukul 20.35 WITA)
- Zettler ER, Mincer TJ, Amaral-Zettler LA. 2013. Life in the "Plastisphere": microbial communities on plastic marine debris. *Environ. Sci. Technol.* 47: 7137-46.