

Analisis Konsentrasi Distribusi Sampah di Sepanjang Garis Pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana Provinsi Bali

Ni Luh Putu Bintang Witariyani^a, I Gede Hendrawan^{a*}, Ida Bagus Mandhara Brasika^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: gede.hendrawan@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : July 6th 2021

Received in revised form : September 3th 2021

Accepted : December 18th 2021

Available online : February 28th 2022

Keywords:

Marine debris;

Bali Strait;

distribution;

relative concentration;

Generalized Additive Models

ABSTRACT

Marine debris is a global environmental problem of increasing concern. In Bali, the waste problem is becoming an emergency. With the Bali Strait threatened by pollution from marine debris, data are urgently needed. This study aimed to determine the concentration and distribution of marine debris along the coastline of Badung, Tabanan, and Jembrana Regencies. The study was conducted in February 2021 on 18 beaches with a distance of 10 km between points and 8 points near river downstream areas (estuaries) which were determined randomly. The results showed that 92% of debris were plastic waste which was classed as soft plastic (33%), hard plastic (25%), plastic straps (4%), fishing gear (0.4%), and foam (30%) with an average overall concentration of 1.32 items/m². A total of 3318 items were fragments (86.3%) and 527 items were whole (13.7%). The dominant size class of debris along coastline surveyed was 2-4 cm² (30.21%). The highest mean concentration of marine debris was 3.84 items/m² with the dominant waste class being foam fragments with 240 items. The lowest mean concentration was 0.14 items/m². Marine debris was distributed along the coastline at different concentration levels in each region, where Badung Regency had a relative concentration value ranging from 0-20%, Tabanan Regency had a relative concentration value ranging from 0-40%, and Jembrana Regency was the most affected area with a relative concentration value of 0-100%.

2022 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Sampah laut atau *marine debris* menjadi salah satu permasalahan lingkungan global yang semakin memprihatinkan (UNEP, 2009). Menurut NOAA (2015) sampah laut dikatakan sebagai bahan padat yang dibuang ke lingkungan pesisir terdiri dari barang-barang yang dibuat atau digunakan oleh manusia, dimana sampah laut tersebut memiliki laju pembusukan (penguraian) yang sangat lambat. Indonesia merupakan negara dengan jumlah populasi penduduk di pesisir 187,2 juta dimana menjadikan Indonesia negara ke-2 penyumbang jumlah sampah yang masuk ke lautan di dunia, yaitu mencapai 0,48 – 1,29 ton per tahun (Jambeck *et al.*, 2015). Salah satu provinsi di Indonesia yang menyumbangkan sampah laut adalah Provinsi Bali yang mana sudah mencapai 4.281 ton sampah per harinya, 11% diantaranya mengalir ke laut (Bali Partnership, 2019). Khusus untuk sampah plastik yang terbuang didapatkan jumlah yang paling banyak ada di sungai sebanyak 20,7 ton, di pantai sebanyak 3,9 ton sedangkan di daratan 2,1 ton tiap km persegi (Mongabay, 2019).

Selat Bali mulai terancam akibat adanya pencemaran sampah laut, terutama sampah plastik. Kajian mengenai sampah laut di Selat Bali telah banyak dibahas oleh beberapa peneliti yaitu Husrin, dkk (2017), Maharta (2020), dan Pamungkas, dkk (2021).

Berdasarkan penelitian Maharta (2020) menunjukkan saat musim barat di perairan Selat Bali, sampah dominan bergerak ke arah timur dengan pantai yang menerima kiriman sampah paling banyak yaitu pesisir pantai Kabupaten Badung dengan jumlah sampah sebanyak 24,58 ton. Sedangkan sampah yang dominan bergerak ke arah barat pada saat musim timur dengan pantai yang menerima kiriman sampah paling banyak adalah pesisir pantai Kabupaten Jembrana dengan jumlah sampah sebanyak 22,63 ton (Maharta, 2020).

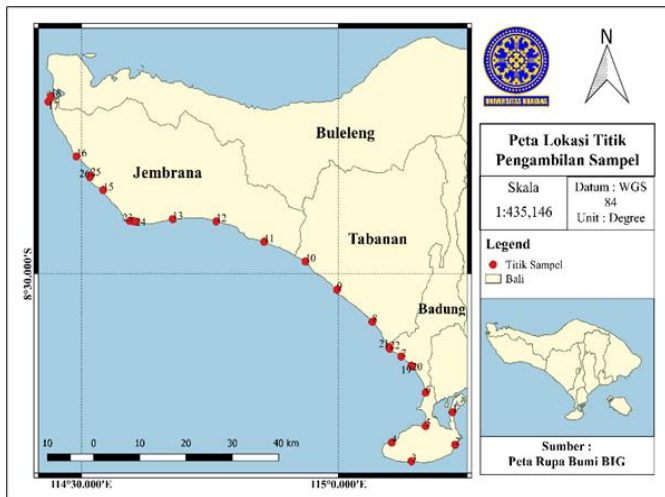
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Husrin, dkk (2017) menyebutkan bahwa berdasarkan survei lapangan, sampah laut di permukaan dan dasar perairan Pantai Kuta dan Legian yang berada di kawasan perairan Selat Bali didominasi oleh sampah jenis kayu dan plastik. Penyebaran konsentrasi sampah laut yang tinggi terjadi di dekat pesisir pantai, terutama di kawasan bawah laut pada pesisir Kabupaten Badung yaitu di dekat kawasan Pantai Kuta dan Legian. Pada kawasan tersebut ditemukan sampah plastik dengan berat sampah sekitar 0,05 sampai 0,45 kg dan berat total sampah yaitu 1,2 kg pada tanggal 15 April 2015 dan 4,82 kg pada tanggal 9 Februari 2016 (Husrin, dkk., 2017). Sedangkan berdasarkan penelitian yang berada di sepanjang sisi kawasan konservasi Taman Nasional Bali Barat (TNBB) ditemukan rata-rata nilai konsentrasi sampah sebesar 4,29 *item/m*² dengan sampah yang mendominasi yaitu plastik lunak mencapai 44,8% (Pamungkas, dkk., 2021). Namun, data tersebut hanya menjelaskan tentang pendataan sampah pada

kawasan Pantai Kuta dan Legian serta kawasan konservasi TNBB. Sejauh ini belum ada informasi mengenai konsentrasi distribusi sampah yang berada di sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana Provinsi Bali dengan menggunakan metode *Generalized Additive Models* (GAM) yang merupakan pengembangan dari model aditif dengan memodelkan y sebagai variabel kombinasi aditif fungsi univariat dari variabel bebas. Model GAM ini diharapkan lebih efisien dalam mengidentifikasi sebaran pengaruh komponen acak sehingga mampu menerangkan lebih tepat pengaruh komponen acak tersebut dalam suatu model (Zahro *et al.*, 2018). Oleh karena itu, penelitian ini diperlukan untuk menjelaskan bagaimana konsentrasi sampah plastik dan juga distribusinya pada kawasan pesisir Selat Bali (Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana).

2. Metode Penelitian

a. Waktu dan Tempat Pengambilan Sampel

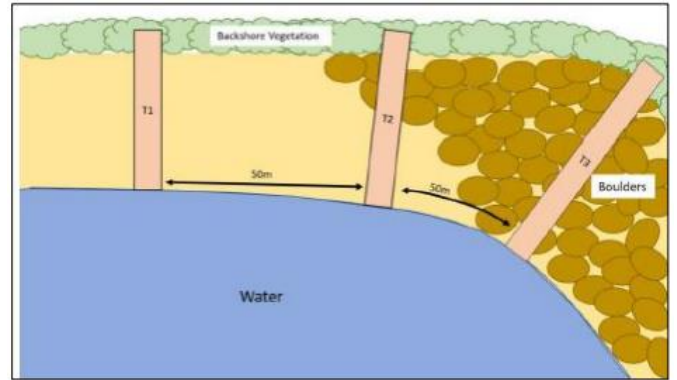
Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2021 hingga Maret 2021. Pengambilan data bertempat di 18 titik pantai dengan jarak antar titik sejauh 10 km dan 8 titik dekat dengan hilir sungai yang ditentukan secara acak di sepanjang pesisir Kabupaten Badung, Kabupaten Tabanan dan Kabupaten Jembrana (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Data

b. Metode Pendataan Sampel

Prosedur pengambilan data lapangan seperti pendataan jenis sampah, jumlah sampah, dan karakteristik pantai mengacu pada metode CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) yang dikembangkan oleh Schuyler *et al.* (2018). Pengambilan sampel dilakukan dengan menggelar transek garis secara tegak lurus terhadap garis pantai dimana tiap transeknya berjarak 50 meter (Gambar 2).



Gambar 2. Pengambilan transek sampah (Schuyler *et al.*, 2018)

Transek dipasang dari batas surut terendah hingga batas ditemukannya vegetasi (gedung, tembok, pohon, dll) dekat pantai. Pengambilan data lapangan yang dilakukan yaitu pendataan sampah dalam 1 lokasi (titik sampel) dengan menggelar transek sebanyak 3 kali. Setelah itu jenis dan jumlah sampah dicatat sesuai dengan *worksheet* pendataan informasi pantai, *worksheet* transek kategori sampah, dan *worksheet* transek karakteristik pantai dalam cakupan area 1 meter ke kanan dan ke kiri dari transek garis.

c. Analisis Data

Perhitungan konsentrasi sampah (*item/m²*) yaitu dihitung per transek. Nilai konsentrasi diperoleh dengan pembagian total jumlah sampah (*item*) yang didapat dengan luas area pengambilan sampel (Lippiatt *et al.*, 2013) (Persamaan 1).

$$C = \frac{n}{w \times l} C = \frac{n}{w \times l} \dots \dots \dots (1)$$

C merupakan konsentrasi sampah (*item/m²*), n adalah jumlah sampah yang ditemukan, w adalah lebar transek (m), dan l adalah panjang transek (m). Setelah didapatkan nilai konsentrasi dari data observasi, langkah selanjutnya yaitu generalisasi nilai sebaran konsentrasi sampah menggunakan metode regresi *Generalized Additive Model* yang diciptakan oleh Hastie dan Tibshirani pada tahun 1986 sehingga akan diperoleh tingkat konsentrasi relatif pencemaran sampah pada sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan dan Jembrana. Adapun variabel terikat y dalam model berupa nilai konsentrasi sampah dan variabel bebas x dibagi menjadi 2 kategori yaitu karakteristik pantai dan jarak titik lokasi pengambilan sampel dengan lokasi potensi sumber sampah.

Generalisasi nilai sebaran konsentrasi sampah selanjutnya diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk persentase jumlah sampah relatif (%) sebelum sebaran konsentrasi sampah tersebut dipetakan secara spasial sebagai peta sebaran konsentrasi sampah di sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana secara spasial.

Data hasil model dan data lapangan dianalisis menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE). Hal tersebut dilakukan untuk dapat mengetahui nilai error dari hasil model dengan data observasi menggunakan persamaan 2 (Soliwoda, 2014).

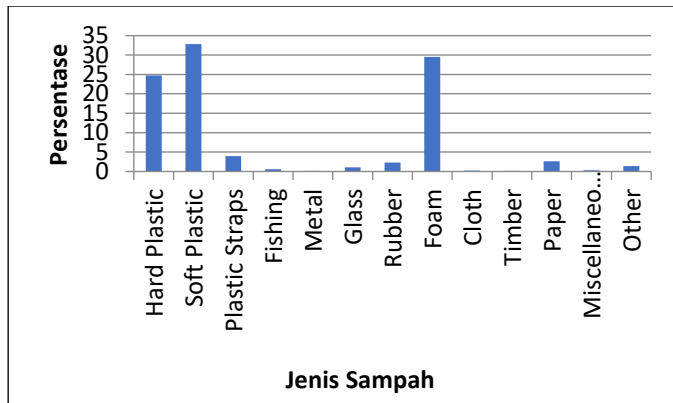
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{insitu,i} - X_{model,i})^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{insitu,i} - X_{model,i})^2}{n}} \dots \dots \dots (2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

a. Karakteristik Sampah

Sampah yang paling dominan terdiri dari kelas *soft plastic* (plastik lunak) mencapai 33%, kemudian diikuti kelas *hard plastic* (plastik keras) mencapai 25%, kelas *foam* (busa) mencapai 30%, kelas *plastic straps* (tali plastik) mencapai 4%, kelas *other* (sampah lain) mencapai 1%, kelas *paper* (kertas) mencapai 3%, kelas *rubber* (karet) mencapai 2%, kelas *glass* (kaca) mencapai 1%, kelas *fishing gear* (sampah pancing) mencapai 0,4%, kelas *miscellaneous* (lainnya) mencapai 0,3%, kelas *cloth* (kain) mencapai 0,4%, kelas *metal* mencapai 0,2%, dan kelas *timber* (kayu) mencapai 0,2% (Gambar 3).

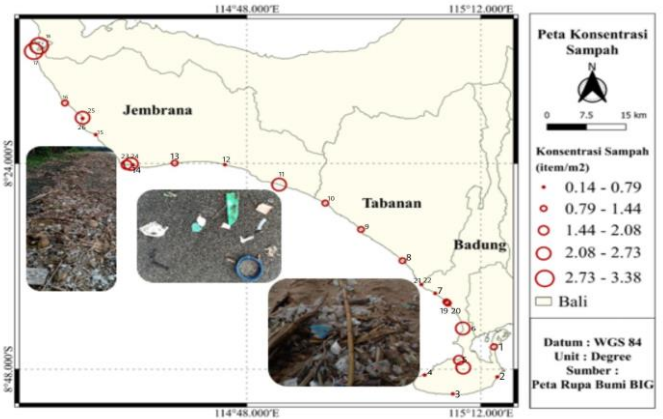


Gambar 3. Persentase kelas sampah di sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana

Jenis sampah yang paling banyak ditemukan berupa sampah pembungkus makanan/label dan pembungkus permen, dimana plastik merupakan tipe sampah laut yang dominan ditemukan (CBD-STAP, 2012). Penyebab tingginya keberadaan sampah plastik karena digunakan hampir pada semua kegiatan manusia dan persistensinya berlangsung dalam jangka waktu yang lama di lingkungan laut (Derraik, 2002). Selain itu jenis lain yang ditemukan berupa wadah makanan *foam*/busa, gelas plastik, sedotan, botol minuman dan juga peralatan makan. Hal ini mengindikasikan bahwa sampah yang ditemukan tersebut dikatakan bersumber dari aktivitas daratan, aktivitas rekreasi dan industri dekat pantai serta kiriman dari wilayah lain (Mongabay, 2020; Hardesty *et al.*, 2016 ; Arifin, 2017). Selain itu, menurut Auta *et al.*, (2017) juga mengatakan bahwa sampah dari aktivitas antropogenik telah dicatat hampir di setiap ekosistem perairan terdiri dari 80 - 85% sampah plastik. Berdasarkan hasil penelitian, dari 3845 sampah yang terdata, sebanyak 3318 item berbentuk pecahan (86,3%) dan berbentuk utuh sebanyak 527 (13,7%) serta didapatkan sampah laut yang didata dominan memiliki ukuran 2-4 cm² (30,21%), 4-8 cm² (23,61%), 1-2 cm² (18,72%), 8-16 cm² (16,38%), 16-21 cm² (7,65%), ukuran >22cm² (2,34%) dan diikuti oleh sampah yang berukuran 0-1 cm² (1,06%).

b. Komposisi Jenis

Berdasarkan hasil pendataan sampah dari 26 titik stasiun pengamatan, didapatkan rata-rata konsentrasi sampah sebesar 1,32 item/m² dimana konsentrasi sampahnya berkisar dari 0,05 - 3,94 item/m². Konsentrasi sampah paling tinggi dengan rata-rata konsentrasinya sebesar 3,84 item/m² dengan kelas sampah yang dominan ditemukan yaitu foam/busa berbentuk patahan (*fragment*) sebanyak 235 buah. Nilai konsentrasi sampah terendah dengan rata-rata konsentrasinya sebesar 0,14 item/m².



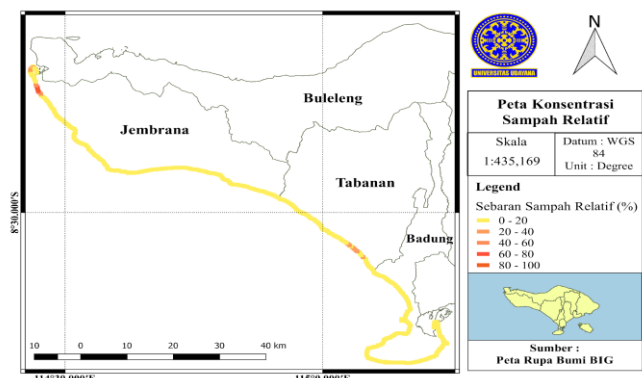
Gambar 4. Peta sebaran konsentrasi sampah di sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana

Selain itu, beberapa pantai yang dekat dengan lokasi sungai memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dari titik 4, contohnya pada titik 7 dan 14 (Gambar 4) dengan rata-rata konsentrasi masing-masing yaitu 2,33 item/m² dan 0,94 item/m². Dimana berdasarkan pernyataan Cable *et al.*, (2017) yaitu sampah laut sebanyak 70 sampai 80% adalah plastik yang berasal dari daratan melalui sungai. Penumpukan sampah di Pantai Kuta sering terjadi di awal tahun. Walaupun terdapat regulasi mengenai pengurangan kemasan sekali pakai, namun tetap saja panen sampah laut dengan volume besar di Pantai Kuta berlanjut di awal tahun 2021.

Adapun saat pendataan sampah, total sampah yang ditemukan di Pantai Kuta yaitu sebanyak 399 buah dengan rata-rata konsentrasi sebesar 2,33 item/m², dimana rata-rata konsentrasi sampah di Kuta lebih kecil dibandingkan dengan di daerah Gilimanuk, hal ini dikarenakan berdasarkan keadaan di Pantai Kuta pada tanggal 6 Februari 2021, terdapat petugas kebersihan yang sedang bergotong-royong membersihkan sampah yang terdampar. Kategori sampah plastik memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas sampah lainnya. Adapun rentang nilai konsentrasi untuk sampah plastik yaitu 0-10,8 item/m², hal ini dikarenakan plastik merupakan tipe sampah laut yang dominan (CBD-STAP, 2012).

c. Sebaran Konsentrasi Sampah Relatif

Berdasarkan hasil prediksi konsentrasi sampah, diperoleh peta sebaran konsentrasi sampah relatif di sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana (Gambar 5). Dimana sampah terdistribusi di sepanjang garis pantai dengan tingkat pencemaran yang berbeda di setiap wilayahnya. Kabupaten Badung memiliki nilai konsentrasi relatif berkisar 0 - 20%, Kabupaten Tabanan memiliki nilai konsentrasi relatif berkisar 0 - 40%, sedangkan Kabupaten Jembrana merupakan kawasan yang paling terdampak dengan rentang nilai konsentrasi relatif yaitu 0 - 100% (Gambar 5). Adapun keberadaan sampah laut di sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana bisa berdampak pada ekosistem di laut maupun di sekitar kawasan, bahkan sampah laut dapat merusak kualitas air di laut dan sampah laut juga menyebabkan penumpukan plastik pada plankton (Moore *et al.*, 2001) yang mana dapat merusak kualitas biota terumbu karang dan organisme laut lainnya (Chiappone *et al.*, 2002).



Gambar 5. Peta sebaran konsentrasi sampah relatif di sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana. Warna menunjukkan terhadap distribusi persentase konsentrasi sampah relatif secara spasial.

4. Kesimpulan

Sampah dominan yang terdata sepanjang garis pantai Kabupaten Badung, Tabanan, dan Jembrana yaitu 92% sampah plastik (kelas *soft plastic*, *hard plastic*, *plastic straps*, *fishing gear*, dan *foam*) dengan rata-rata konsentrasi sampah keseluruhan yaitu sebesar 1,32 item/m². Adapun rentang nilai konsentrasi untuk sampah plastik yaitu 0-10,8 item/m², hal ini mengindikasikan bahwa sampah plastik merupakan tipe sampah laut yang dominan. Oleh karena itu, kesadaran masyarakat dan juga peraturan dari pemerintah terkait pengelolaan dan pembatasan timbulan sampah dapat membantu menekan sebaran sampah di sepanjang garis pantai Provinsi Bali.

Daftar Pustaka

- [CBD-STAP] Convention on Biological Diversity; Scientific and Technical Advisory Panel GEF. 2012. *Impacts of Marine Debris on Biodiversity: Current Status and Potential Solutions*, Montreal, Technical Series No. 67, 61 pages.
- [NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration. 2013. *Programmatic Environmental Assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP)*. NOAA. Maryland (US). pp 1-179

- Arifin, M. 2017. *Dampak Sampah Plastik Bagi Ekosistem Laut*. Bul. Matric, 14 (1), 44-48.
- Auta HS, Emenike CU, Fauziah SH. 2017. *Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions*. Journal Environmental International. Vol. 102 (2017): 165-176.
- Bali Partnership. 2019. *Workshop kerjasama pengelolaan sampah plastik pesisir dan laut*. Kantor Gubernur Bali
- Chiappone, M., White, A., Swanson, D.W. and Miller, S.L. 2002. *Occurrence and biological impacts of fishing gear and other marine debris in the Florida Keys*. Marine Pollut. Bull. 44, 597-604
- Derraik, J.G.B. 2002. *The pollution of the marine environment by plastic debris: A review*. Marine Pollution Bulletin, 44(9) :842-52.
- Hardesty, B. D., Lawson, T. J., Van der Velde, T., Landsell, M., Wilcox, C. 2017. *Estimating quantities and sources of marine debris at continental scale*. Frontiers in Ecology and The Environment. 15(1). 18-25
- Husrin, S., Wishu, U. J., Prasetyo, R., Putra, A., dan Attamimi, A. 2017. *Characteristics of Marine Litters in the West Coast of Bali*. Jurnal Segara, 13(2)
- Jambeck, J.R., R. Geyer, C. Wilcox, T.R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan, & Law, K.L., 2015. *Plastic waste inputs from land into the ocean*. Science. 347:768-771.
- Lippiatt, Sherry, Sarah O. Courtney A. 2013. *Marine Debris Monitoring and Assessment*. USA : NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R46. 88 hlm
- Maharta, I.P.R.F. 2020. *Studi Pergerakan Sampah Laut Di Selat Bali Menggunakan Pemodelan Numerik 3 Dimensi*. Tesis Program Magister. Institut Teknologi Bandung
- Mongabay. 2019. *Inilah Data dan Sumber Sampah Terbaru di Bali*. Mongabay : <https://www.mongabay.co.id/2019/07/02/inilah-datadan-sumber-sampah-terbaru-di-bali/> . [11 Agustus 2020]
- Mongabay. 2020. *Sampah Plastik, Laut Tercemar, dan Target SDGs*. Mongabay : <https://www.mongabay.co.id/2020/03/03/sampah-plastik-lauttercemar-dan-target-sdgs/> . [25 Mei 2020]
- Moore, C.J., Moore, S.L., Leecaster, M.K. and Weisberg, S.B. 2001. *A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre*. Marine Pollut. Bull. 42, 1297-1300.
- Pamungkas, P. B. P., Hendrawan, I. G., & Putra, I. N. G. 2021. *Karakteristik dan Sebaran Sampah Terdampar di Kawasan Pesisir Taman Nasional Bali Barat*. Journal of Marine Research and Technology, 4(1), 9-15.
- Schuyler Q, Willis K, Lawson TJ, Mann V, Wilcox C. 2018. *Handbook of Survey Methodology Plastics Leakage (developed for CSIRO Global Plastic Pollution Project)*. Australia : CSIRO ePublish EP178700. 52 hlm
- Zahro, J., Caraka RE, Herdiansyah R. 2018. *Aplikasi Generalized Linear Model pada R*. Jogja : Innosain. 62 hlm