

Potensi Sampah Masuk ke Laut dari Aktivitas Darat di Kabupaten Badung, Provinsi Bali

Ni Made Diana Paramita Ratnawati^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: June 28th 2021

Received in revised form: July 12th 2021

Accepted: December 3th 2021

Available online: February 28th 2022

Keywords:

Marine Debris,

Land Activities,

Generalized Additive Model,

Badung Regency.

ABSTRACT

The development of tourism potential in Bali Province has actually penetrated into every district and city, especially in Badung Regency which has significant tourism development. This is of course closely related to the population growth in this region. As an interrelated effect, the high intensity of population growth in Badung Regency is also in line with the increasing volume of waste along with the rate of population growth, technological improvement, socio-cultural activities, and the economic growth of the community. Garbage generated from land and distributed to the sea becomes marine debris. The marine debris usually comes from rivers and generally a type of plastic waste. If marine sustainability is polluted by substances generated by waste continuously with large volumes in high concentrations, it can cause damage to the balance of the sea. The purposes of this research were: (1) to determine the characteristics and concentration of waste on land and river borders and (2) to find out how much potential waste enters the sea because of land activities in Badung Regency, Bali Province. Field data collection was carried out for 2 months by using the method developed by CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) then the data was analyzed by using the Generalized Additive Model (GAM) regression model. The research found that garbage from land activities in Badung Regency was generally dominated by 32% non-plastic waste and 68% plastic waste. This plastic waste was generally found in the form of fragments, which was 83% and 17% was found to be in whole condition. The potential for the entry of marine waste was linear and significant in the source variables of potential waste in the form of total population, distance of points from settlements, distance of points from market and distance of points to tourism.

2022 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Kawasan wisata Kabupaten Badung menghadapi masalah peningkatan timbunan sampah akibat laju pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi yang semakin meningkat, serta aktivitas sosial budaya dan ekonomi masyarakat yang semakin tinggi. (Yuliastuti, 2013). Hasil riset menunjukkan bahwa Bali menghasilkan 4.281 ton sampah per hari yang dimana dalam angka persen dapat dijabarkan 11% diantaranya mengalir ke laut dan sebanyak 50% sampah tersebut berasal dari tiga daerah yaitu Denpasar, Gianyar dan Badung (Mongabay, 2019). Produksi sampah diperkirakan akan terus bertambah sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan aktivitas konsumsi masyarakatnya (Sukerti, 2017).

Sampah-sampah yang dihasilkan dari darat dan terdistribusi ke laut ini nantinya akan menjadi sampah laut (*marine debris*). Sungai memainkan peran penting dalam proses pengangkutan sampah dari darat ke lautan. Peran penting dalam distribusi sampah darat ke laut juga terdapat pada muara sungai karena muara adalah penghubung utama dari kawasan darat ke laut (Emmerik *et al.*, 2019). Menurut Windsor *et al.* (2019),

sampah-sampah laut ini biasanya berasal dari aliran sungai dan umumnya merupakan jenis sampah plastik. Masukan tahunan jumlah sampah ke laut juga diperkirakan berasal dari limbah yang tidak dikelola dengan baik dari aktivitas-aktivitas masyarakat pesisir di seluruh dunia (Jambeck *et al.*, 2015).

Sampah laut dapat menyebabkan beberapa masalah sebagai media penghasil polutan, penyebaran spesies invasif, masalah sosial ekonomi yang mempengaruhi masyarakat, terutama bagi mereka yang mencari penghasilan di laut, dan menyebabkan masalah dengan kelangsungan hidup biota laut dan di ekosistem lautan. (SCBD, 2016). Apabila limbah dari kegiatan yang dilakukan manusia terus dibuang ke laut dalam bentuk sampah tanpa adanya tindakan pencegahan, maka pencemaran material akibat pembuangan limbah tersebut secara terus menerus ke laut dalam konsentrasi tinggi dapat mengganggu keseimbangan laut, yang kemudian secara tidak langsung berdampak pada pelestarian alam serta akan memiliki dampak degradasi lingkungan dalam skala global (Ningsih, 2018).

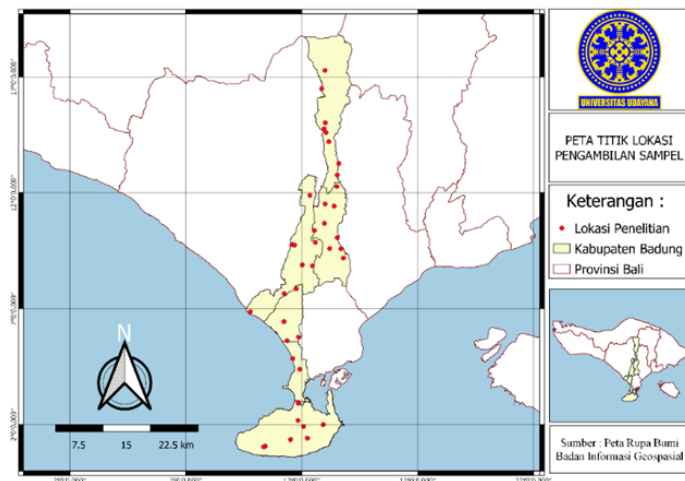
Riset sebelumnya yang dilakukan oleh Jambeck *et al.* (2015), menjelaskan bahwa tanpa perbaikan infrastruktur pengelolaan sampah, jumlah sampah plastik yang terakumulasi di

darat yang akan memasuki laut diprediksi akan meningkat pada tahun 2025. Namun penelitian hanya terbatas pada perhitungan sampah yang sudah masuk dan mengambang di lautan sehingga tidak diketahui pasti bagaimana potensi aliran masuknya sampah dari daratan ke laut. Keterbatasan pada penelitian sebelumnya menjadi sangat menarik untuk diketahui mengingat penelitian terkait masih sangat minim dilakukan di kawasan Provinsi Bali. Dengan demikian studi mengenai potensi sampah masuk ke laut dari aktivitas darat di Kabupaten Badung perlu dilakukan sebagai data maupun bahan pertimbangan terkait strategi penetapan dan atau evaluasi kebijakan oleh pemerintah maupun pemangku kepentingan lainnya.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Pengambilan Sampel

Pendataan sampah dilakukan pada daratan dan sempadan sungai di Kabupaten Badung selama dua bulan yaitu pada bulan Januari dan Pebruari 2021. Penentuan titik lokasi pendataan sampah tidak menggunakan kriteria tertentu sehingga seluruh kawasan di Kabupaten Badung mendapatkan kesempatan yang sama untuk dipilih menjadi salah satu titik lokasi pendataan pada penelitian ini. Titik pendataan dipilih secara acak dengan memperhatikan jarak tertentu dan diperoleh 40 titik yang dianggap dapat mewakili seluruh kawasan di Kabupaten Badung.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

2.2. Metode Pengambilan Sampel Data

Pengambilan data sampah yang berada di daratan dan sempadan sungai mengacu pada metode yang dikembangkan oleh CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) *Global Plastic Pollution Project* (Schuyler *et al.*, 2018). Pengambilan data sampel pada 1 titik pendataan dilakukan dengan menggelar transek garis sebanyak 3 kali yang mana awal transek dimulai pada jarak 50 meter setelah titik koordinat awal ditentukan.



Gambar 2. Ilustrasi penarikan transek (Schuyler *et al.*, 2018)

Transek dipasang pada 3 habitat yang berbeda pada wilayah *transect area* dengan panjang transek sebesar 12,5 meter dan lebar cakupan area pemantauan sejauh 1 meter ke kiri dan 1 meter ke kanan dari transek garis. Setelah itu jenis dan jumlah sampah dicatat sesuai dengan *Inland Site Information*, *Inland Transect Data*, *Items List* dan dicatat ukuran sampah sesuai dengan *Size Chart* yang sudah ditentukan. Apabila lokasi transek tepat berada di sebelah jalan raya (*roadway*) atau wilayah yang sempit, transek dapat dilakukan dengan memasang transek sepanjang 25 meter dan lebar cakupan area pemantauan sebesar 0,5 meter kekanan dan 0,5 meter ke kiri (Gambar 2). Sampah yang masuk kedalam pendataan penelitian ini hanyalah sampah yang kasat mata yang terlihat di permukaan saja (bukan mikroplastik).

Sampah yang ditemukan kemudian dikelompokkan menjadi 13 kategori kelas sampah, diantaranya: *hard plastic*, *soft plastic*, *plastic straps*, *metal*, *glass*, *rubber*, *cloth*, *timber*, *foam*, *paper*, *fishing*, *miscellaneous* dan *other*. Selain itu diperhatikan kondisi bentuk sampahnya berupa bentuk utuh (*whole*) atau serpihan (*fragment*). Pada tiap titik pendataan sampah, informasi yang diperlukan yaitu berupa pencatatan titik kordinat pada titik dimulai dan pada titik akhir garis transek, total panjang transek, durasi pendataan, dominan penggunaan lahan (*land use*), jumlah dan jenis sampah, ukuran serta kondisi bentuk sampah.

2.3. Analisis Data

Persentase jumlah kelas sampah, jenis sampah, ukuran serta kondisi bentuk sampah (utuh/patahan) kemudian dianalisa untuk mengetahui karakteristik sampah yang ada di daratan dan sempadan sungai di Kabupaten Badung berdasarkan Lippiatt *et al.* (2013) (persamaan 1):

$$P_i = \frac{X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

P_i adalah persentase jumlah kelas, jenis, ukuran serta kondisi bentuk sampah sedangkan X_i merupakan jumlah total kelas, jenis atau ukuran sampah ke- i .

Konsentrasi sampah dihitung besarnya pada setiap transek, yang mana nilai konsentrasi sampah didapatkan dengan cara membagi total jumlah sampah yang didapat dengan luas cakupan area pengambilan sampel data (Lippiatt *et al.*, 2013) (persamaan 2):

$$C = \frac{n}{w \times l} \dots \dots \dots (2)$$

C adalah konsentrasi sampah (buah/m²), n adalah total jumlah sampah yang didapat, w adalah lebar area pengambilan sampel (m²) dan l adalah panjang transek (m²).

Nilai konsentrasi dari setiap titik pendataan kemudian dicari nilai konsentrasi sampah prediksinya melalui analisis GAM (*Generalized Additive Model*). Variabel terikat (variabel y) dalam

penelitian ini adalah konsentrasi sampah yang ada pada setiap titik penelitian sedangkan variabel bebas (variabel x) yang digunakan terbagi menjadi 2 kategori. Kategori yang dimaksud adalah karakteristik penggunaan lahan dan jarak titik pengambilan sampel dengan potensi sumber sampah (jarak pemukiman, jalan raya, sungai dan pusat niaga). Pemilihan model terbaik didasarkan atas kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*), yang mana model terbaik merupakan model yang memiliki nilai AIC yang paling kecil (Zahro *et al.*, 2018). Data konsentrasi sampah yang sudah diperoleh melalui analisis GAM kemudian dipetakan secara spasial dengan *software Quantum GIS*.

Untuk mengetahui nilai galat antara hasil prediksi dengan data observasi dilapangan dilakukan pengujian atau validasi data dengan menggunakan metode RSME (*Root Mean Square Error*) (Soliwoda, 2014) (persamaan 3) :

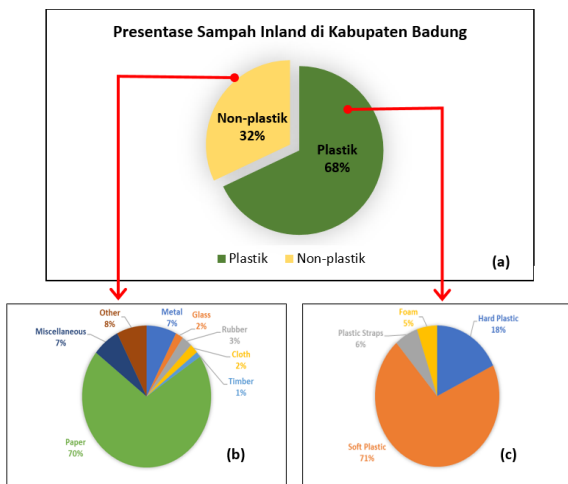
$$RSME = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{insitu,i} - X_{model,i})^2}{n}} \dots \dots \dots (3)$$

$X_{insitu,i}$ adalah nilai observasi dilapangan, $X_{model,i}$ adalah nilai hasil prediksi dan n merupakan jumlah data secara keseluruhan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik dan Konsentrasi Sampah

Berdasarkan hasil pendataan sampah pada daratan dan sempadan sungai di Kabupaten Badung tercatat bahwa sampah jenis plastik masih sangat mendominasi (Gambar 3).



Gambar 3. Persentase sampah pada daratan dan sempadan sungai di Kabupaten Badung

Dari 2737 buah total keseluruhan sampah yang ditemukan, 68% diantaranya merupakan sampah plastik dan 32% sisanya merupakan jenis sampah non-plastik (Gambar 3a). Sebanyak 68% sampah plastik ini terdiri atas *Soft Plastic* (plastik lunak) sebesar 71%, *Hard Plastic* (plastik keras) sebesar 18%, kelas *foam* (busa) sebesar 5% dan *plastic straps* (tali plastik) 6% (Gambar 3c). Sampah plastik yang ditemukan umumnya didominasi oleh tutup botol, plastik label/pembungkus makanan, kantong plastik, plastik pembungkus, tali plastik, wadah makanan berbentuk busa (*foam*) dan juga plastik keras dan lunak yang tidak diketahui yang secara keseluruhan berjumlah 1861 buah. Hasil observasi lapangan didukung oleh penelitian Cable *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa 70-80% sampah laut berasal dari plastik yang masuk dari darat melalui aliran sungai. Sampah yang dimaksud berasal dari

kegiatan manusia yang berbasis di darat seperti kegiatan konsumsi makanan siap saji, kegiatan pariwisata, alur jalan dan saluran pembuangan sampah. (Jang *et al.*, 2014; Pamungkas, 2021).



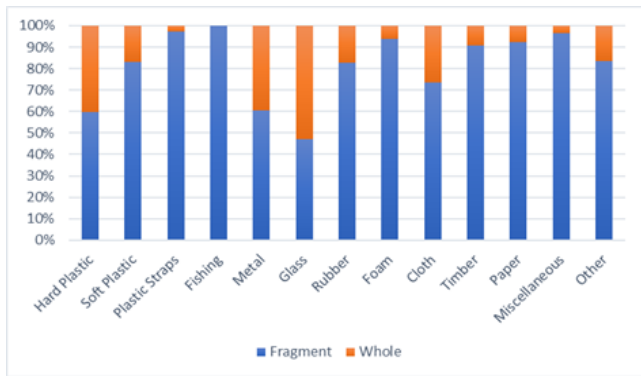
Gambar 4. Sampah plastik yang ditemukan pada beberapa titik pendataan sampah

Sementara itu 32% presentase sampah non-plastik didominasi oleh *paper* sebesar 70% kemudian diikuti dengan sampah *other* (sampah lain) dan *metal* dengan nilai sebesar masing-masing 8%, *miscellaneous*, *rubber* (karet), *glass* (kaca), *cloth* (kain) dan *timber* (kayu) dengan nilai masing-masing presentase secara berurutan yaitu sebesar 7%, 3%, 2%, 2%, dan 1%. Sampah non-plastik yang paling banyak ditemukan merupakan jenis *butt/puntung* rokok, *cloth*, *paper*, *paper food container* dan sampah *other* yang beragam mulai dari popok, pembalut hingga sampah infeksius berupa masker medis. Penemuan sampah masker pada lokasi penelitian sehubungan dengan terjadinya wabah pandemi Covid-19 dimana dengan pemberlakuan pembatasan sosial WFH, terjadi peningkatan timbunan sampah rumah tangga yang mengandung berbagai jenis sampah yang tergolong berbahaya terkait perlindungan diri terhadap merebaknya pandemi Covid-19, seperti masker, sarung tangan, masker wajah, dan peralatan pelindung lainnya (Hardi, 2021). Ditemukannya sampah-sampah infeksius dan peningkatan ini dapat terjadi akibat dampak dari kurangnya edukasi dan pengetahuan masyarakat terhadap pengelolaan sampah pada skala rumah tangga. Sampah masker dengan konsentrasi tinggi ditemukan pada 2 titik stasiun yakni pada titik S8 dengan konsentrasi sampah sebesar 0,28 – 0,44 buah/m² dan P10 dengan konsentrasi sampah sebesar 2,6 – 6,44 buah/m².



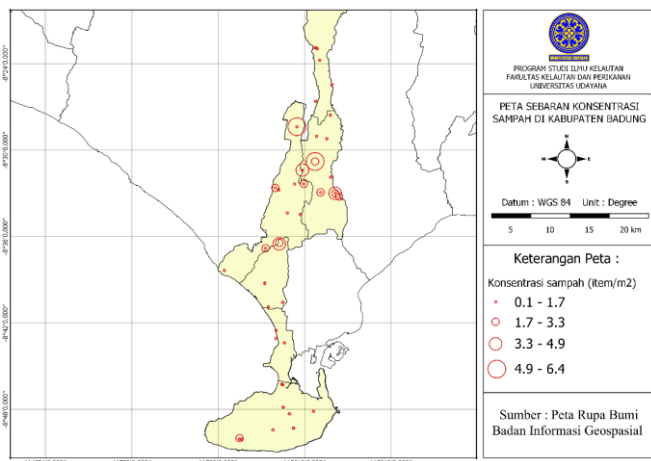
Gambar 5. Sampah infeksius (masker medis) yang ditemukan pada titik S8 dan titik P10.

Sampah-sampah yang ditemukan pada keseluruhan transek berbentuk serpihan (*fragment*) yaitu sebesar 1496 buah dan 365 buah lainnya ditemukan masih dalam kondisi utuh (*whole*).



Gambar 6. Persentase jumlah sampah di Kabupaten Badung berdasarkan kondisi bentuknya

Berdasarkan persentase jumlah sampah di kawasan Kabupaten Badung (Gambar 6) diketahui bahwa sampah umumnya ditemukan dalam bentuk serpihan (*fragment*) yaitu sebesar 83% dan 17% sampah yang ditemukan berbentuk utuh (*whole*). Sampah serpihan (*fragment*) didominasi oleh jenis sampah *hard plastic*, *soft plastic*, *plastic straps*, *fishing*, *rubber*, *foam*, *cloth*, *timber*, *miscellaneous* dan *other*. Sementara itu sampah berbentuk utuh (*whole*) hanya didominasi oleh sampah berjenis *metal* dan *glass*.



Gambar 7. Peta sebaran konsentrasi sampah di Kabupaten Badung. Besar kecilnya ukuran lingkaran menunjukkan tinggi rendahnya konsentrasi sampah.

Dari 120 transek yang mewakili 40 titik stasiun pengambilan data lapangan, didapatkan rata-rata konsentrasi sampah sebesar 0,97 buah/m² dimana rentang konsentrasi sampah berkisar dari 0,1–6,44 buah/m². Sampah di kawasan daratan dan sempadan sungai di Kabupaten Badung yang memiliki konsentrasi paling besar ditemukan pada titik stasiun P10 di Desa Langui, Kecamatan Kuta Selatan yaitu sebesar 2,6–6,44 buah/m² yang diketahui menghasilkan 194,707 kg sampah per hari menurut data riset Bali Partnership (2021). Jenis sampah yang mendominasi di kawasan ini pun dominan berjenis plastik label/pembungkus makanan, plastik lunak yang tidak diketahui, *plastic straps* dan puntung rokok (*cigarette/butt*). Konsentrasi sampah terendah berada pada titik stasiun P2 di Desa Plaga, Kecamatan Petang, dengan konsentrasi sampah hanya sebesar 0,08–0,16 buah/m². Berdasarkan pengamatan, hal ini dikarenakan masih sedikitnya kawasan yang dialihfungsikan menjadi pemukiman atau kawasan *commercial/municipal*, jarak jalan raya dan pusat niaga pun sangat jauh dari lokasi titik stasiun ini.

3.2. Sebaran Konsentrasi Sampah Relatif

Setelah dilakukannya tahap pemilihan model pada proses pengujian GAM didapati bahwa model terbaik untuk mengetahui besar sebaran potensi sampah yang berasal dari aktivitas darat disusun oleh beberapa parameter diantaranya faktor karakteristik *land use* (penggunaan lahan) dan jarak sumber potensial sampah berupa total populasi, niaga, *roadway* (jalan raya), *river* (sungai), *settlement* (pemukiman), *tourism* (pariwisata) yang secara signifikan berpengaruh dalam menentukan banyaknya sampah pada tiap titik prediksi.

Model ini merupakan pilihan model terbaik karena memiliki nilai AIC terendah yaitu sebesar 127,2668 dengan nilai *Deviance explained* senilai 62,8% yang artinya model ini mampu menjelaskan prediksi potensi data konsentrasi sampah sebesar 62,8% pada titik prediksi. Hasil prediksi ini memiliki nilai RSME sebesar 0.33.

Tabel 1 menunjukkan bahwa variabel karakteristik penggunaan lahan ($p= 0.7 \times 10^{-3}$ untuk variabel *Commercial/Municipal* dan 0.23×10^{-2} untuk variabel *Residential*) memiliki kontribusi signifikan terhadap penambahan konsentrasi sampah. Hal ini juga dijelaskan pada hasil variabel sumber potensial sampah yang mana diketahui bahwa nilai total populasi, jarak pusat niaga, jarak pariwisata dan jarak pemukiman memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap penambahan konsentrasi sampah jika dibandingkan dengan variabel lainnya.

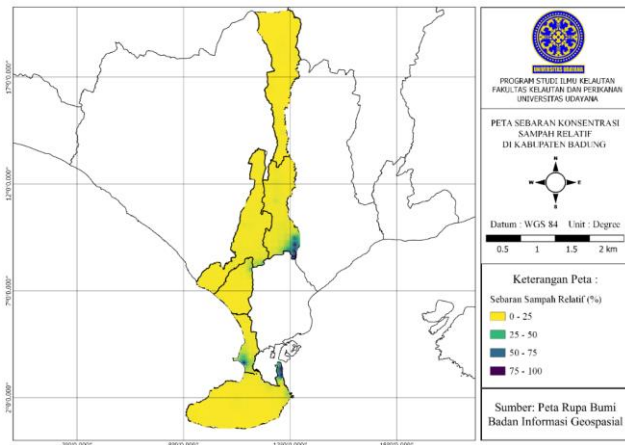
Tabel 1. Hasil Pengujian GAM

Variabel Karakteristik Penggunaan Lahan				
Factor	Coefficient Value	Standard Error	t value	Pr(> t)
Intercept	0.5355	0.2908	1.842	0.0691 .
Commercial/Municipal	-1.2935	0.3687	-3.509	0.0007***
Natural/Parkland	-0.4257	0.3370	-1.263	0.2101
Residential	-1.0512	0.3353	-3.135	0.0023 **
Roadway	-0.6853	0.3835	-1.787	0.0777 .
Variabel Sumber Potensial Sampah				
Covariate	edf	Ref.df	F	p-value
Total population	1	1	7.952	0.006 **
Dist niaga	2.9	3.5	6.942	0.0005***
Dist tourism	7.7	8.5	4.470	0.0001***
Dist settlement	1	1	12.513	0.0006***
Dist river	2	2.7	2.052	0.1270
Dist roadway	1	1	0.022	0.8819

Note : signif.codes (***) = p-value < 0.001 ; (**) = p-value < 0.01 ; (*) = p-value < 0.05 ; (.) = p-value < 0.1

Berdasarkan hasil prediksi konsentrasi sampah yang dihasilkan dari model, diperoleh peta sebaran konsentrasi sampah secara spasial dengan mempertimbangkan sumber potensial timbulan

sampah seperti total populasi, jarak pusat niaga, jarak pariwisata, jarak pemukiman, jarak sungai dan jalan raya menunjukkan bahwa sampah terdistribusi di seluruh kawasan Kabupaten Badung dengan tingkat pencemaran yang berbeda-beda.



Gambar 8. Peta sebaran prediksi sampah di Kabupaten Badung. Warna plot menunjukkan hasil interpolasi distribusi konsentrasi sampah relatif di seluruh lokasi penelitian secara spasial

Kawasan terdampak pencemaran tertinggi tersebar di wilayah Kecamatan Abiansemal, Kuta dan Kuta Selatan, dengan sebaran sampah relatif sebesar 75-100%. Peningkatan konsentrasi sampah dari aktivitas-aktivitas darat ini tentu perlu mendapat perhatian yang lebih lagi dari seluruh kalangan mulai dari pemerintah hingga masyarakat. Karena jika dibiarkan sampah-sampah dari aktivitas darat ini akan terdistribusi dan bermuara pada kawasan pesisir dan laut. Sesuai dengan pernyataan Putra (2017), bahwa pada kenyataannya yang terjadi perairan pesisir merupakan penampungan (*storage system*) akhir segala jenis limbah yang berkategori berbahaya maupun tidak yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Sampah yang terakumulasi di tepi sungai, di zona vegetasi atau yang akan langsung masuk kelaut dalam jangka panjang tentunya akan menyebabkan rusaknya keseimbangan laut. Selain sebagai kontaminan pencemar sampah-sampah ini juga dapat menjadi media transportasi spesies invasif yang akan menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem dan keberlangsungan organisme laut. Selain itu juga sampah-sampah ini dapat menyebabkan kerugian di bidang ekonomi dan pariwisata berupa penumpukan sampah di area sungai maupun pesisir pantai sehingga tidak enak dipandang (McIlgorm *et al.*, 2011). Untuk itu diperlukan adanya langkah penanganan penanggulangan sampah agar dampak degradasi lingkungan tidak semakin buruk utamanya di kawasan pemukiman, jalan raya, pusat niaga dan tempat wisata terkait perilaku pembuangan dan pengelolaan sampah.

4. Kesimpulan

Sampah hasil pendataan umumnya merupakan sampah yang dihasilkan dari aktivitas konsumsi masyarakat, yang dominan merupakan jenis sampah plastik berbentuk serpihan (*fragment*). Hasil prediksi konsentrasi sampah yang dilakukan di kawasan Kabupaten Badung menunjukkan bahwa sampah terdistribusi di seluruh kawasan dengan tingkat pencemaran yang berbeda-beda. Kawasan terdampak pencemaran tertinggi tersebar di wilayah Kecamatan Abiansemal, Kuta dan Kuta Selatan, dengan sebaran sampah relatif sebesar 75-100%.

Daftar Pustaka

- [SCBD] Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2016. Marine debris: Understanding, Preventing and Mitigating the Significant Adverse Impacts On the Significant Adverse Impacts on Marine and Coastal Biodiversity. Montreal: SCBD.78 p
- Cable RN, Beletsky D, Beletsky R, Wigginton K, Locke BW, Duhaime MB. 2017. *Distribution and modeled transport of plastic pollution in the Great Lakes, the world's largest freshwater resource*. *Frontiers in Environmental Science*. 5: 1-18
- Emmerik TV, Strady E, Kieu-Le TC, Nguyen L, Gratiot N. 2019. *Seasonality of riverine macroplastic transport*. *Scientific Reports*, 9(1) : 1-9
- Hardi, R. T., & Akbar, R. 2021. Pengaruh Pandemi Covid-19 terhadap Karakteristik Sampah Padat pada Kawasan Summarecon Serpong. *Jurnal Teknologi dan Desain*, 2(2).
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ...& Law, K. L. (2015). *Plastic waste inputs from land into the ocean*. *Science*, 347(6223), 768-771.
- 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, 49-54.
- Lippiatt, Sherry, Sarah O, Courtney A. 2013. *Marine Debris Monitoring and Assessment*. USA: NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R46. 88 hlm.
- McIlgorm A, Campbell HF, Rule MJ. 2011. *The economic cost and control of marine debris damage in the Asia-Pacific region*. *Ocean & Coastal Management*, 54 (9) : 643-651
- Mongabay. 2 Juli 2020. Inilah Data dan Sumber Sampah Terbaru di Bali. Mongabay : <https://www.mongabay.co.id/2020/07/02/inilah-datadan-sumber-sampah-terbaru-di-bali/>
- Ningsih, R. W. (2018). Dampak Pencemaran Air Laut Akibat Sampah Terhadap Kelestarian Laut Indonesia. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 0- 12.
- 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.
- Putra, A., & Husrin, S. (2017). Kualitas Perairan Pasca Cemar Sampah Laut Di Pantai Kuta Bali Water Quality Of Post Contamination Of Marine Debris In The Kuta Beach Of Bali. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1), 57- 66.
- 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 Publish EP178700. 52 hlm
- Soliwoda, J. 2014. Methods of Vessel Casualty Process Assessment. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 8(2), 211-216.
- Windsor FM, Tilley RM, Tyler CR, Ormerod SJ. 2019. *Microplastic ingestion by riverine macroinvertebrates*. *Science of the Total Environment* 646: 68-74
- Windsor FM, Tilley RM, Tyler CR, Ormerod SJ. 2019. *Microplastic ingestion by riverine macroinvertebrates*. *Science of the Total Environment* 646: 68-74
- Zahro J, Caraka RE, Herdiansyah R. 2018. Aplikasi Generalized Linear Model pada R. *Jogja: Innosain*. 62 hlm