

## Identifikasi Jenis dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen Mangrove di Kawasan Estuari Perancak Kabupaten Jembrana, Bali

Gede Eko Apryawan<sup>a\*</sup>, I Gede Hendrawan<sup>a</sup>, Widiastuti<sup>a</sup>

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

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

### ARTICLE INFO

Article history:  
Received:  
Received in revised form:  
Accepted:  
Available online: 31 Oktober 2024

Keywords:  
Mangrove,  
Microplastic,  
Generalized Additive Model,  
Marine Debris

Kata Kunci :  
Mangrove,  
Mikroplastik,  
Generalized Additive Models,  
Sampah laut

### ABSTRACT

*Waste is a problem for communities all over the world. Microplastics are found in the environment, mangrove beach sediments, and worldwide oceans. Microplastics are plastic particles measuring <5 mm. The Perancak mangrove forest area, Jembrana Regency, Bali, is an estuary area with complex activities, namely tourism, fishing, and residential. This research aimed to determine the type and density of microplastics in mangrove sediments using cluster analysis of residential areas in large and small rivers. The method used is simple random sampling with 10 points in each cluster. The sampling method uses a pipe with a diameter of 7.5 cm, a depth of 20 cm. Sediment sample processing used the Masura method, 2015, and density calculations used the NOAA 2013 formula. The number of microplastics found was 517 particles. Population clusters had 101 particles, large rivers had 103 particles, and small rivers had 313 particles. The types of microplastics found were 213 particles in film, 28 particles in fragments, 46 particles in fiber, and 230 particles in foam. Microplastic density calculations yielded 30.21 particles/kg in the Residential Cluster, 34.11 particles/kg in the large river Cluster, and 95.07 particles/kg in the small river Cluster. Model testing using the GAM Generalized Additive Models model) with the lowest AIC value shows that small river and residential clusters significantly influence microplastic particles. In contrast, large river clusters are not significant. There is no significant effect on the number of microplastic particles at residential points and tourist points because the rice field points significantly influence the number of microplastic particles.*

### ABSTRAK

Sampah merupakan masalah bagi masyarakat di dunia. Mikroplastik ditemukan di lingkungan, pada sedimen pantai mangrove dan lautan di seluruh dunia. Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran <5 mm. Kawasan Hutan mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali, adalah kawasan estuari yang memiliki aktivitas kompleks yaitu aktivitas pariwisata, perikanan, dan pemukiman penduduk. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jenis dan kepadatan mikroplastik pada sedimen mangrove menggunakan analisis *Cluster* pemukiman penduduk aliran sungai besar dan aliran sungai kecil. Metode yang digunakan adalah *simple random sampling* dengan 10 titik pada tiap *Cluster*. Metode pengambilan sampel menggunakan pipa diameter 7,5 cm dan kedalaman 20 cm. Pengolahan sampel sedimen berdasarkan Masura (2015) dan perhitungan kepadatan berdasarkan NOAA (2013). Jumlah total mikroplastik yang ditemukan yaitu 517 partikel yang terdiri atas *Cluster* Pemukiman Penduduk 101 partikel, sungai besar 103 partikel dan sungai kecil 313 partikel. Jenis mikroplastik yang ditemukan yaitu film 213 partikel, fragmen 28 partikel, fiber 46 partikel dan *foam* 230 partikel. Kepadatan mikroplastik pada *Cluster* Pemukiman Penduduk yaitu 30,21 partikel/kg, *Cluster* Sungai Besar yaitu 34,11 partikel/kg dan

95,07 partikel/kg pada *Cluster Sungai Kecil*. Pengujian model menggunakan model GAM (Generalized Additive Models) dengan nilai AIC terendah menunjukkan *Cluster Sungai Kecil* dan *Pemukiman* signifikan mempengaruhi partikel mikroplastik, sedangkan *Cluster Sungai Besar* tidak signifikan. Pada titik pemukiman dan titik wisata tidak signifikan berpengaruh terhadap jumlah partikel mikroplastik sedangkan titik sawah signifikan mempengaruhi jumlah partikel mikroplastik.

2024 JMRT. All rights reserved.

## 1. Pendahuluan

Permasalahan tentang sampah merupakan permasalahan yang dihadapi oleh seluruh masyarakat global, baik itu sampah di darat maupun di laut. Sampah laut menurut NOAA (2013) adalah suatu benda padat yang diproduksi oleh manusia, secara sengaja atau tidak dan ditinggalkan di dalam lingkungan laut.

Mangrove memiliki peran penting bagi lingkungan pesisir. Secara ekologi, kawasan hutan mangrove berfungsi sebagai pengikat endapan tanah, tempat penumpukan zat pencemar, serta sebagai penyedia oksigen dan penyerap karbon (Pratiwi *et al.*, 2015). Ekosistem mangrove mengalami dampak pencemaran dimana disebabkan melalui aktivitas lingkungan darat, dimana ekosistem mangrove mengalami kontaminasi yang berdampak secara global maupun lokal (Nor *et al.*, 2014). Kawasan hutan mangrove Perancak, Kabupaten Jembrana, secara umum tumbuh pada kawasan alami dan kawasan bekas tambak (Mahasani *et al.*, 2015). Kawasan estuari Perancak adalah kawasan hutan mangrove yang memiliki luasan 177,09 ha dimana luasan ini menjadi lebih sedikit dikarenakan pada tahun 1980 terjadi kegiatan konversi lahan menjadi areal pertambakan (Widagti *et al.*, 2009).

Mikroplastik akan masuk ke dalam perairan lalu partikel mikroplastik tersebut akhirnya mengendap di sedimen (Wright *et al.*, 2013). Strand *et al.*, (2013) menjelaskan partikel sedimen yang melapisi dasar perairan tawar dan laut memiliki ragam bentuk, ukuran, dan komposisi. Kandungan mikroplastik pada sedimen di perairan Indonesia diyakini sangat tinggi, mengingat negara ini merupakan penyumbang kedua terbesar sampah plastik ke perairan laut.

Penelitian mikroplastik di Kawasan Estuari Perancak sebelumnya pernah dilakukan oleh Yunanto *et al.* (2021) dimana penelitian ini dilakukan pada dua kawasan hutan mangrove yaitu hutan alam dan hutan buatan, sedangkan penelitian yang ini mengenai jenis dan kepadatan mikroplastik dianalisa dengan analisis *Cluster*. Pemilihan lokasi di wilayah hutan mangrove dikarenakan wilayah tersebut adalah terdapat aktifitas yang cukup kompleks, seperti pariwisata, perikanan maupun pemukiman penduduk. Aktifitas - aktifitas tersebut diduga memiliki kontribusi terhadap pencemaran sampah di wilayah hutan mangrove Perancak. Pengelompokan kepadatan jenis mikroplastik dapat dilakukan dengan menggunakan analisis *Cluster* berdasarkan penggunaan lahan. Penggunaan analisis *Cluster* digunakan untuk mengetahui sumber dari jenis dan kepadatan mikroplastik tertinggi yang berasal dari pengelompokan *Cluster* sampah yang dihasilkan oleh pemukiman penduduk, sampah yang dihasilkan oleh aliran sungai kecil dan sampah yang dihasilkan oleh aliran sungai besar.

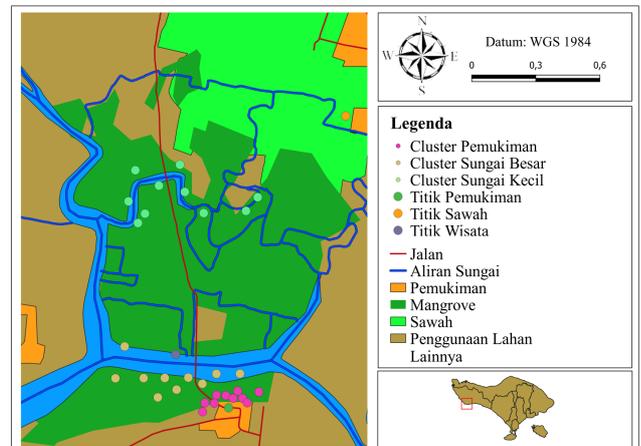
Pemilihan *Cluster* sungai besar dan kecil dikarenakan pada sungai besar merupakan aliran sungai yang berada di dalam area hutan mangrove dengan beberapa aktivitas yang ada di

sekitarnya seperti aktivitas pariwisata dan juga nelayan. Menurut Nor and Obbard (2014), nelayan menggunakan berbagai alat tangkap yang terbuat dari berbagai jenis tali, termasuk yang menghasilkan mikroplastik jenis *fiber*. Mikroplastik jenis *Fiber* sering digunakan dalam pembuatan pakaian, tali temali, serta berbagai peralatan penangkapan seperti pancing dan jaring tangkap. Sedangkan aliran sungai kecil menjadi aliran dari adanya aktivitas penduduk yang limbahnya mengalir melewati aliran sungai kecil tersebut. Menurut Jupriyati *et al.* (2013), aktifitas masyarakat memberikan dampak terhadap lingkungan perairan. Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu adanya penelitian terkait identifikasi jenis dan kepadatan mikroplastik pada sedimen mangrove di kawasan estuari Perancak untuk mengetahui jenis mikroplastik dan kepadatan mikroplastik pada *Cluster* sampah.

## 2. Metodologi

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2023 di Kawasan Estuari Perancak, Kabupaten Jembrana (Gambar 1).



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

### 2.2 Metode Penelitian

#### a. Pengambilan Sampel Sedimen

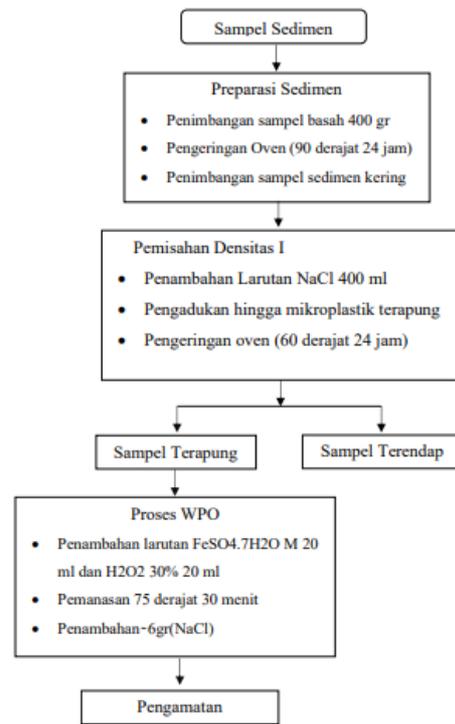
Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *simple random sampling*, dengan pengambilan sampel diawali dengan membagi wilayah hutan mangrove Perancak menjadi 3 kawasan berdasarkan *Cluster* yaitu pemukiman penduduk, aliran sungai kecil dan aliran sungai besar. Pada pengambilan sampel di setiap *Cluster*, diambil satu titik yang pada satu *Cluster* tersebut dilakukan pengambilan sedimen sebanyak 10 kali dengan kedalaman sedimen sedalam 20 cm, jarak titik per *Cluster* sejauh 10 meter. Titik pengambilan sampel dicatat menggunakan GPS

Garmin. Pengambilan sampel sedimen menggunakan pipa paralon yang berdiameter 7,5 cm berdasarkan kedalaman 20 cm.

## 2.3 Analisis Data

### 2.3.1 Preparasi Sampel Sedimen

Tahapan yang dilakukan dalam pengolahan sampel mikroplastik (Gambar 2) yaitu melakukan pengolahan sampel sedimen basah, penimbangan sedimen kering, pemisahan densitas, penyaringan dan pengamatan menggunakan mikroskop. Penimbangan sedimen basah 400gr menggunakan timbangan digital, lalu di keringkan dengan oven di suhu 90°C selama 24 jam. Tahap selanjutnya yaitu pemisahan densitas yang dilakukan dengan menghaluskan sedimen kering dengan mortal lalu mencampurkan sampel sedimen kering yang telah halus 400 gr dengan larutan NaCl jenuh (400ml) kemudian campuran diaduk selama 2 menit lalu partikel yang mengapung diambil dan keringkan dengan oven 60°C selama 24 jam (Claessens *et al.*, 2011). WPO merupakan larutan campuran yang terdiri dari larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% 20ml dan larutan FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0,05 M yang bertindak sebagai katalisator. Proses WPO dilakukan dengan wadah erlemeyer yang dipanaskan menggunakan *hotplate* 75 derajat selama 30 menit, lalu ditambahkan ~ 6 gr NaCl lalu dipanaskan dengan suhu 75°C hingga larut. Setelah proses WPO selesai hasil dari WPO di pindahkan kedalam wadah lalu di tambahkan larutan NaCl sebanyak ¼ dari ukuran wadah dan ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan selama 24 jam. Penggunaan larutan WPO bertujuan menguraikan bahan organik untuk memudahkan analisis mikroplastik. Partikel yang mengapung setelah proses WPO dikeringkan selama 24 jam pada kertas *Whatman*, kemudian jenis mikroplastik diamati secara visual menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 4x (Yunanto *et al.*, 2021). Data yang diambil adalah data jenis dan kepadatan mikroplastik dan dilakukan pengolahan data dengan Microsoft Excel dan juga dilakukan pengolahan Regresi Linear menggunakan R studio untuk mengetahui hubungan antara jumlah partikel mikroplastik dengan jarak dan kategori penggunaan lahan yang ada di kawasan mangrove Perancak.



**Gambar 2.** Langkah-langkah Analisis Mikroplastik (Masura *et al.*, 2015 dengan modifikasi)

### 2.3.2 Kepadatan Mikroplastik

Penghitungan kepadatan mikroplastik dilakukan dengan menimbang berat sampel kering, menghitung berat sampel kering lalu dikurangi dengan berat sedimen bering ( $b - a = c$ ) (Masura *et al.*, 2015). Persamaan yang digunakan untuk menghitung kepadatan mikroplastik yaitu persamaan 1.

$$K = \frac{n}{m} \quad (\text{NOAA, 2015}) \quad 1)$$

Keterangan:

- K : Kepadatan Mikroplastik (partikel/kg)  
 n : Jumlah Mikroplastik suatu jenis (item)  
 m : Berat Sampel Sedimen Kering (kg)

### 2.3.3 Cluster

Metode *Cluster* merupakan pendekatan multivariat yang memiliki tujuan mengelompokkan objek, dimana setiap kelompok memiliki ciri-ciri yang relatif serupa (homogen), sementara ciri antara kelompok berbeda. Secara umum, suatu objek akan ditempatkan dalam suatu *Cluster* atau kelompok yang memiliki hubungan lebih erat dengan objek lain dalam cluster tersebut daripada dengan objek dari cluster lain. Pembentukan *cluster* ini didasarkan pada tingkat keterkaitan antar objek (Lina, 2011). Pada penelitian yang dilakukan metode *Cluster* untuk menentukan penggunaan lahan menggunakan aplikasi Qgis dan metode *Cluster* yang digunakan adalah metode *Cluster* non hierarki yaitu metode *Cluster* yang digunakan untuk pengelompokan objek, dimana jumlah *Cluster* yang akan di bentuk dapat ditentukan sebelumnya (Widyadhana *et al.*, 2021)

### 2.3.4 Klasifikasi Sungai

Kern (1994) mengklasifikasikan sungai berdasarkan lebarnya, mulai dari kecil hingga bengawan dengan lebar lebih dari 220 meter (Tabel 1).

**Tabel 1.** Klasifikasi Sungai

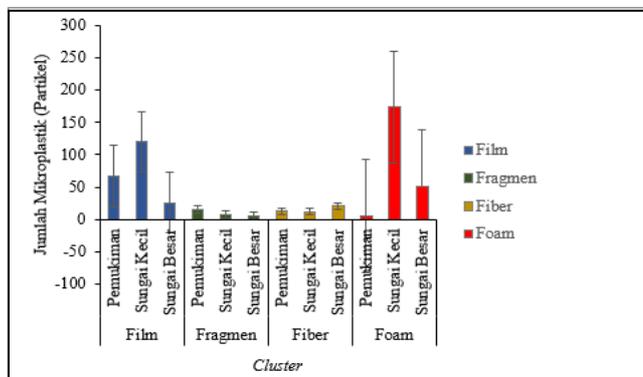
Klarifikasi Sungai	Nama	Lebar Sungai
Sungai Kecil	Kali kecil dari suatu mata air	< 1 m
	Kali kecil	1 – 10 m
Sungai Menengah	Sungai kecil	10 – 20 m
	Sungai menengah	20 – 40 m
	Sungai	40 – 80 m
Sungai Besar	Sungai besar	80 – 220 m
	Begawan	>220 m

Ukuran lebar sungai kecil di wilayah hutan mangrove Perancak pada 10 stasiun pengambilan data yaitu berkisar 10 – 16 meter, maka *Cluster* sungai kecil masuk kedalam kategori sungai kecil. Lebar sungai pada *Cluster* Sungai Besar pada 10 stasiun pengambilan data berkisar 83 – 115 m. Berdasarkan klasifikasi lebar tersebut *Cluster* Sungai Besar masuk kedalam kategori sungai besar.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1 Jenis Mikroplastik pada Sedimen Mangrove di Kawasan Hutan Mangrove Perancak Jembrana**

Gambar 3 merupakan jenis mikroplastik yang ditemukan pada sedimen mangrove di wilayah Hutan Mangrove Perancak Jembrana.



**Gambar 3.** Jenis mikroplastik pada sedimen di Kawasan Hutan Mangrove Perancak

Gambar 3 menunjukkan hasil identifikasi jenis mikroplastik pada sedimen mangrove di Kawasan Estuari Perancak. Berdasarkan penggunaan lahan diketahui bahwa dalam sampel sedimen ditemukan sampah plastik berukuran mikro. Terdapat empat 4 jenis mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini yaitu; *film* (213 partikel), *fragmen* (28 partikel), *fiber* (46 partikel) dan *foam* (230 partikel) (Gambar 4).

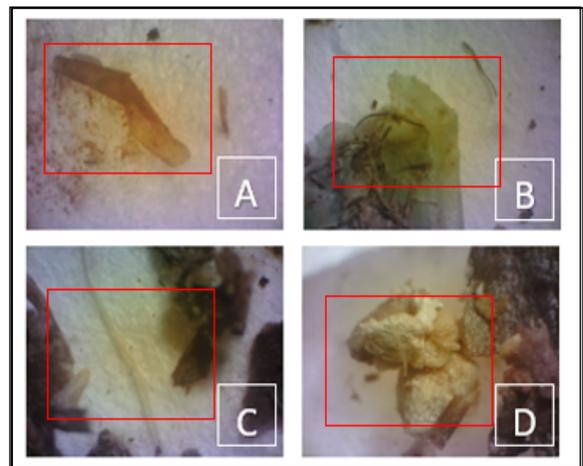
Jumlah partikel mikroplastik terbanyak yang ditemukan yaitu *foam* yang didapat di *Cluster* sungai kecil. Pada *Cluster* sungai kecil terdapat aktifitas perikanan seperti pemancing yang menyimpan ikan hasil tangkapannya pada *styrofoam* dan juga aktifitas perikanan lainnya yang menghasilkan limbah sampah *styrofoam* yang terbawa dan akhirnya terdegradasi menjadi mikroplastik dan terendap pada sedimen. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh A Rocha International (2018) yaitu secara

umum mikroplastik jenis *foam* dihasilkan dari produk sekali pakai seperti *Styrofoam*.

Mikroplastik jenis *film* tertinggi ditemukan pada sedimen *Cluster* sungai kecil dengan jumlah 120 partikel, *Cluster* sungai besar ditemukan sebanyak 26 partikel dan *Cluster* pemukiman sebanyak 67 partikel. Mikroplastik jenis *film* dihasilkan oleh limbah sampah kantong plastik maupun sampah plastik kemasan. Hal tersebut sesuai Septian *et al.* (2018) yaitu mikroplastik jenis *film* memiliki karakteristik berbentuk lembaran plastik dan sering digunakan dalam pembuatan kantong kresek serta kemasan plastik pada umumnya.

Kontaminasi mikroplastik jenis *fiber* tertinggi dihasilkan oleh *Cluster* sungai besar yaitu sebanyak 21 partikel. Mikroplastik jenis *fiber* dihasilkan oleh aktifitas nelayan yang menggunakan jaring untuk menangkap ikan dan juga aktifitas pemancing yang dilakukan di area tersebut. Hal ini seperti yang dikemukakan oleh Septian *et al.*, (2018) yaitu mikroplastik jenis *fiber* mempunyai karakteristik berbentuk serat, dan dominannya sebagai bahan utama pembuatan pakaian, jaring nelayan, dan juga dalam produksi peralatan rumah tangga secara umum.

Mikroplastik jenis *fragmen* tertinggi ditemukan pada *Cluster* pemukiman dengan jumlah 16 partikel. Hal tersebut dikarenakan mikroplastik jenis *fragmen* adalah mikroplastik yang cenderung berasal dari limbah pemukiman yaitu limbah botol air mineral, plastik mika pembungkus makanan, dan juga pipa air yang hancur menjadi kepingan kecil. Hal tersebut sesuai Septian *et al.*, (2018) yaitu mikroplastik jenis *fragmen* memiliki ciri berupa pecahan yang berasal dari limbah botol, toples, kemasan mika, dan juga potongan kecil yang dihasilkan dari pipa pralon.



Catatan: Kotak merah adalah mikroplastik

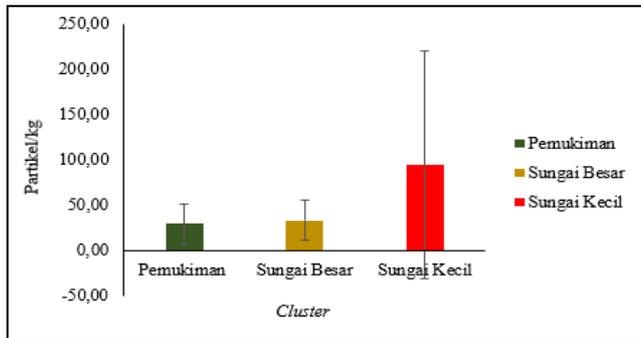
**Gambar 4.** Jenis mikroplastik yang ditemukan pada berbagai *Cluster*. (A) *Film*; (B) *Fragmen*; (C) *Fiber*; dan (D) *Foam*

**3.2 Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen Mangrove di Kawasan Hutan Mangrove Perancak**

**3.2.1 Kepadatan Mikroplastik Berdasarkan *Cluster***

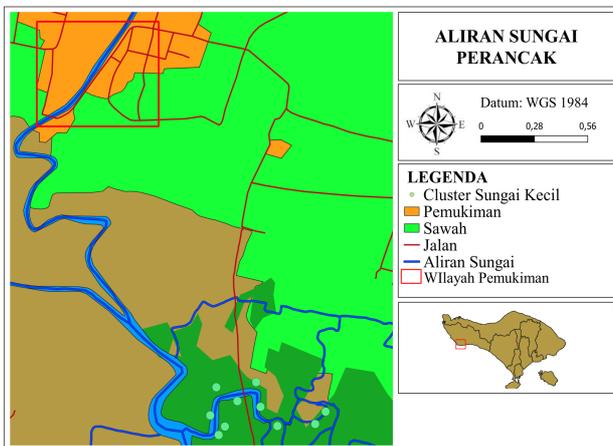
Jumlah mikroplastik per *Cluster* yang ditemukan pada sedimen Kawasan Hutan Mangrove Perancak yaitu pada *Cluster* penduduk didapatkan 101 partikel, *Cluster* sungai besar 103 partikel dan *Cluster* sungai kecil didapatkan 313 partikel. Gambar 5 menunjukkan kepadatan mikroplastik pada setiap

*Cluster* dimana kepadatan tertinggi terdapat pada *Cluster* Sungai Kecil yaitu sebesar 95,07 partikel/kg dan kepadatan terendah pada *Cluster* Pemukiman Penduduk dengan nilai 30,21 partikel/kg.



**Gambar 5.** Kepadatan Mikroplastik Berdasarkan *Cluster*

Gambar 5 menunjukkan *Cluster* Sungai Kecil merupakan kawasan wilayah hutan mangrove Percancak yang di sekitarnya terdapat area persawahan dan juga terdapat aktifitas penangkapan serta pemancingan ikan didalamnya. Tingginya kepadatan mikroplastik pada *Cluster* Sungai Kecil yaitu 95,07 partikel/kg disebabkan karena adanya aktivitas di dalam *Cluster* Sungai Kecil seperti aktifitas pemancing, area persawahan, penangkapan ikan secara langsung oleh masyarakat, dan juga kondisi lingkungan yang tercemar menyebabkan tingginya mikroplastik di area tersebut. Hal tersebut juga disampaikan oleh Watters *et al.* (2010) yaitu kondisi lingkungan dan sumber pencemar mikroplastik adalah faktor yang memengaruhi jumlah mikroplastik yang ada dalam sedimen. Semakin banyak sumber pencemar yang ada, maka semakin banyak mikroplastik yang akan terkandung dalam sedimen tersebut.



**Gambar 6.** Aliran Sungai Perancak

Gambar 6 menunjukkan sungai yang berada pada area pemukiman mengalir melalui aliran sungai kecil dan bermuara di sungai besar. Aliran sungai tersebut membawa sedimen yang mengandung partikel mikroplastik dan menumpuk pada aliran sungai kecil yang memiliki kondisi lingkungan mangrove yang rapat. Sungai yang memiliki daerah aliran yang luas akan memiliki debit aliran yang tinggi begitu juga sebaliknya (Martini *et al.*,2020). Debit air yang rendah menyebabkan sedimen yang mengandung partikel mikroplastik tidak akan terbawa kembali ke arah laut sehingga terjadi penumpukan sedimen pada area tersebut. Sebaliknya pada sungai besar yang memiliki debit air

cenderung tinggi menyebabkan partikel mikroplastik terbawa ke arah laut, Martini *et al.*, (2020), menyatakan bahwa secara umum sedimentasi terjadi di daerah perairan. Sedimentasi terjadi karena sedimen yang diangkut oleh aliran air. Dalam konteks ini, besarnya debit aliran sungai akan mempengaruhi jumlah sedimen yang diangkut oleh aliran tersebut. Kondisi pemukiman pada sepanjang area sungai yang padat dan memiliki aktifitas perikanan didalamnya menyebabkan tingginya partikel *foam* yang ditemukan, dimana partikel mikroplastik jenis *foam* diperoleh dari *styrofoam* yang dipergunakan oleh masyarakat sebagai tempat penyimpanan ikan. Zhou *et al.* (2020) mengemukakan bahwa kelimpahan, distribusi, dan retensi mikroplastik di hutan bakau dipengaruhi oleh faktor alam yaitu hidrodinamika air, kepadatan dan ukuran butir sedimen, serta dan aktifitas manusia (pemukiman, budidaya laut, perikanan, pariwisata dan pembuangan pesisir).

Kabupaten Jembrana memiliki tempat penanganan sampah yang sangat minim seperti jauhnya TPS3R dan TPS3R yang sudah tidak beroperasi. Rendahnya penanganan sampah tersebut menyebabkan sampah yang dihasilkan oleh kawasan pemukiman padat penduduk menjadi tinggi dan banyak area pembuangan sampah yang dititikkan oleh masyarakat berada pada pinggir sungai (*river bank*). Putra dan Parwata (2018) menyebutkan bahwa selain tingginya angka pertumbuhan penduduk, faktor lainnya yaitu ada perubahan pada pola hidup manusia. Jika manusia tidak mengolah dan mengelola sampah secara baik akan menyebabkan adanya penyakit lingkungan serta pencemaran lingkungan.

Kerapatan mangrove pada kawasan sungai kecil menyebabkan penumpukan sedimen di wilayah tersebut. Hal ini mengakibatkan partikel-partikel yang terbawa oleh air dari sungai cenderung terjebak di antara akar-akar mangrove dan menghasilkan pengendapan sedimen di sekitar area mangrove. Hal ini juga disampaikan Yuni (2018) dimana kerapatan mangrove dan laju sedimentasi signifikan yang berarti bahwa terdapat hubungan antara kerapatan mangrove dengan laju sedimentasi.

Kepadatan mikroplastik terendah terdapat pada *Cluster* Pemukiman Penduduk yaitu dengan nilai 30,21partikel/kg. Hal tersebut dikarenakan area mangrove tidak langsung berdampingan dengan area pemukiman penduduk dan juga tidak terdapat aktifitas lainnya selain pemukiman penduduk pada area *Cluster* ini. Hal tersebut juga disampaikan oleh Watters *et al.* (2010), yaitu faktor kondisi lingkungan dan sumber pencemar mikroplastik dapat mempengaruhi jumlah partikel mikroplastik yang ada dalam sedimen. Jika terdapat banyak sumber pencemar, maka kemungkinan besar akan ada lebih banyak mikroplastik yang terkandung dalam sedimen tersebut.

### 3.3 Sebaran Konsentrasi Mikroplastik Berdasarkan Pemodelan GAM (*Generalized Additive Models*)

#### 3.3.1 Model Sebaran Konsentrasi Mikroplastik pada Kategori *Cluster*

Sebaran konsentrasi mikroplastik pada kategori *Cluster* dengan variabel yaitu *Cluster* Pemukiman Penduduk, *Cluster* Sungai Besar dan *Cluster* Sungai Kecil dipilih berdasarkan nilai AIC (*Akaike's information Criterion*) terkecil yaitu 230,3. Pengujian model GAM menunjukkan nilai *coefficient Cluster* Pemukiman Penduduk yaitu 2,31, *Cluster* Sungai Besar yaitu

0,01, dan *Cluster* Sungai Kecil yaitu 1,13. Nilai *coefficient* tersebut menunjukkan bahwa *Cluster* Sungai Kecil memiliki nilai lebih besar dari pada *Cluster* Sungai Besar. *Cluster* Sungai Besar memiliki nilai lebih besar dari pada *Cluster* Pemukiman penduduk. Nilai tersebut merujuk pada jumlah partikel mikroplastik tiap *Cluster*. Hal tersebut juga dapat dilihat pada hasil perhitungan jumlah mikroplastik pada data lapangan, didapatkan hasil partikel mikroplastik terbanyak didapatkan pada *Cluster* Sungai Kecil, dan partikel mikroplastik terendah didapatkan pada *Cluster* Perumahan Penduduk.

Pada *p value Cluster* Sungai Kecil (0,008) dan *Cluster* Pemukiman Penduduk (8,13e-09) memiliki nilai yang signifikan yaitu  $<0,05$  yang berarti *Cluster* Sungai Kecil dan Pemukiman Penduduk signifikan mempengaruhi jumlah partikel mikroplastik. Sebaliknya, *p value* pada *Cluster* sungai besar (0,961) memiliki nilai yang tidak signifikan yaitu  $> 0,05$  yang berarti bahwa *Cluster* Sungai Besar tidak signifikan mempengaruhi dari jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan.

### 3.3.2 Model Numerik Sebaran Konsentrasi Mikroplastik

Pada sebaran konsentrasi mikroplastik, berdasarkan jarak dengan variabel titik wisata, sawah, dan juga pemukiman diambil melalui aktifitas dan penggunaan lahan yang terdapat di area Hutan Mangrove Perancak serta dilakukan pemodelan dengan melihat hubungan antara jumlah partikel mikroplastik dengan aktivitas yang terjadi di area tersebut. Hasil pemodelan GAM pada aplikasi R studio dipilih berdasarkan nilai AIC terendah yaitu 226,8.

Hal pengujian model GAM menunjukkan pada hasil model terdapat korelasi antara jarak aktivitas dengan jumlah mikroplastik yang didapatkan. Pada jarak pemukiman *coefficient value* bernilai positif menunjukkan bahwa semakin jauh dari area pemukiman maka semakin tinggi partikel mikroplastik yang ditemukan. Hal ini disebabkan oleh peristiwa pasang surut air laut yang terjadi pada wilayah hutan mangrove Perancak, dimana sampah yang dihasilkan oleh aktifitas pemukiman penduduk akan terbawa masuk kedalam hutan mangrove melalui pasang surut. Hal ini dikemukakan oleh Dewi *et al.*, (2015) yaitu distribusi sampah dipengaruhi oleh faktor oseanografi seperti arus pantai, pasang surut dan aktifitas penangkapan nelayan. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil lapangan dimana partikel mikroplastik yang nilainya tinggi ditemukan pada titik yang jauh dari area pemukiman penduduk. Jumlah partikel mikroplastik terhadap jarak sawah menunjukkan *coefficient value* bernilai negatif, yang berarti semakin dekat dari area persawahan maka semakin tinggi partikel mikroplastik yang ditemukan. Hal itu disebabkan oleh sampah yang dihasilkan dari aktifitas persawahan terbawa masuk ke dalam parit atau saluran irigasi sawah lalu terbawa ke area sungai kecil. Hal tersebut sama seperti pernyataan Dewi *et al.* (2015) yaitu faktor yang dapat memengaruhi jenis mikroplastik yang dominan dalam lingkungan adalah adanya aktivitas yang berkontribusi terhadap sampah plastik, seperti bongkar muat kapal di pelabuhan, aktifitas wisata, penangkapan ikan, pertambangan, pertanian, perkebunan, dan aktivitas rumah tangga. Lalu ketika terjadinya pasang surut air laut maka air pasang akan masuk kedalam area sungai kecil, dan membawa sedimen yang akhirnya mengendap di sungai kecil. Hal ini sama seperti pernyataan Browne (2015)

yaitu distribusi mikroplastik berpengaruh terhadap dominasinya pada sedimen, dimana distribusi mikroplastik dipengaruhi oleh adanya sampah plastik yang terdegradasi ataupun sumber limbah yang berasal dari hasil kegiatan manusia yang masuk ke aliran sungai hingga bermuara ke laut dan mengendap pada sedimen.

Pada area pariwisata melalui model GAM nilai *coefficient* menunjukkan hasil yang negatif, yaitu semakin dekat dengan area wisata maka jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena pada area sungai besar terdapat aktifitas wisata, perkapalan tangkap, aktifitas warga seperti memancing, dan sektor penangkapan lainnya. Aktifitas yang padat menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah partikel mikroplastik yang terjadi pada sungai besar. Hal tersebut sama seperti pernyataan Dewi *et al.* (2015) yaitu penyebab dominansi mikroplastik pada lingkungan yaitu aktifitas bongkar muat kapal, aktifitas wisata, penangkapan ikan, pertanian, perkebunan, aktifitas rumah tangga.

Pada *p value* titik sawah (0,03) memiliki nilai yang signifikan yaitu  $<0,05$  yang berarti, titik sawah signifikan mempengaruhi jumlah partikel mikroplastik. Sebaliknya, *p value* pada titik wisata (0,48) dan titik pemukiman (0,77) memiliki nilai yang tidak signifikan yaitu  $>0,05$  yang berarti bahwa titik wisata dan titik pemukiman tidak signifikan mempengaruhi dari jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan.

## 4.1 Kesimpulan

Kesimpulan mengenai hasil penelitian, sebagai berikut:

1. Jenis mikroplastik yang ditemukan pada penelitian yaitu pada *Cluster* Pemukiman Penduduk, Sungai Besar Dan Sungai Kecil ditemukan partikel mikroplastik jenis *film*, *fiber*, *fragmen* dan *foam* dimana jenis mikroplastik yang mendominasi pada lokasi penelitian adalah *foam*.
2. Kepadatan mikroplastik pada sedimen mangrove Perancak adalah 30,21 partikel/kg pada *Cluster* Pemukiman Penduduk, 34,11 partikel/kg pada *Cluster* Sungai Besar, dan 95,07 partikel/m<sup>3</sup> pada *Cluster* Sungai Kecil. Kepadatan tertinggi didapatkan pada *Cluster* Sungai Kecil dan kepadatan terendah didapatkan pada *Cluster* Pemukiman Penduduk
3. *Cluster* Sungai Kecil dan *Cluster* Pemukiman signifikan mempengaruhi partikel mikroplastik dikarenakan *p value* yang diperoleh  $<0,05$  sedangkan *Cluster* sungai besar tidak signifikan dikarenakan *p value*  $>0,05$ . Pada titik pemukiman dan titik wisata tidak signifikan berpengaruh terhadap jumlah partikel mikroplastik dikarenakan *p value*  $>0,05$  sedangkan titik sawah signifikan mempengaruhi jumlah partikel mikroplastik dikarenakan *p value*  $<0,05$ .

## Daftar Pustaka

- A Rocha International. (2018). *Guidelines for Sampling Microplastics on Sandy Beaches*. 1–41.
- Browne, M. A. (2015). *Sources and pathways of microplastics to habitats. Marine Anthropogenic Litter*, 229-244.
- Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K., & Janssen, C. R. (2011). *Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. Marine Pollution Bulletin*, 62(10): 2199-2204.
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23. Edisi 8*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

- Jambeck, J.R., R. Geyer, C. Wilcox, T.R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan, K.L. Law. (201). *Plastic waste inputs from land into the ocean. Science*, 347.
- Jupriyati, R., N. Soenardjo, dan C. A. Suryono. (2013). *Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Terhadap Histologi Akar Mangrove Avicennia marina (Forssk)*. Vierh. di Perairan Mangunharjo Semarang. *Journal of Marine Research*, 3(1): 61-68.
- Kartikasari, Afrinda D., & Sukojo, B. M. (2015). *Analisis Persebaran Ekosistem Hutan Mangrove menggunakan Citra Landsat-8 di Estuari Perancak Bali*. *Jurnal GEOID*, 11(01): 1-8
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (n.d). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Diakses tanggal 17 April 2021
- Kern, K. (2013). *Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung: Geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern*. Springer-Verlag.
- Mahasani, I. G. A. I., Widagti, N., & Karang, I. W. G. A. (2015). *Estimasi persentase karbon organik di hutan mangrove bekas tambak, Perancak, Jembrana, Bali*. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 14-18.
- Martini, R. S., Bahri, Z., & Miranda, A. T. (2020). *Pengaruh Debit Aliran Terhadap Sedimentasi di Sungai Lematang Kabupaten Lahat*. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 6(3): 188-193
- Mazura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*.
- NOAA [National Oceanic and Atmospheric Administration]. (2013). *Programmatic Environmental Assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP)*. NOAA. Maryland (US).
- Nor, N.H.M. and Obbard, J.P. (2014) *Microplastics in Singapore Coastal Mangrove Ecosystems*. *J. Mar. Pollut. Bull.*, 79(1-2): 278-283
- Putra, D., & Wira, I. K. A. (2018). *Kesadaran Hukum Dalam Pelaksanaan Pengelolaan Sampah Oleh Desa Pakraman Padangtegal Kecamatan Ubud Kabupaten Gianyar*. Skripsi, Fakultas Hukum Universitas Udayana.
- Sekaran, U. & Bougie, R.J., (2016). *Research Methods for Business: A skill Building Approach. 7th Edition*, John Wiley & Sons Inc. New York, US.
- Septian, F. M., Purba, N. P., Agung, M. U. K., Yuliadi, L. P.S., Akuan, L. F., Mulyani, P. G. (2018). *Sebaran Spasial Mikroplastik di Sedimen Pantai Pangandaraan, Jawa Barat*. *Jurnal Geomaritim Indonesia*, 1(1): 1–8.
- Watters, D.L., Yoklavich M.M, Love M.S, & Schroeder, D.M. (2010). *Assessing Marine Debris in Deep Seafloor Habitats off California*. *Marine Pollution Bulletin*, 60:131-138
- Widyadhan, D., Hastuti, R. B., Kharisudin, I., Fauzi, F. (2021). *Perbandingan analisis kluster k-means dan average linkage untuk pengklasteraan kemiskinan di provinsi jawa tengah*. In PRISMA, *Prosiding Seminar Nasional Matematika* (Vol. 4, pp. 584-594).
- Wright, S. L., Thompson, R. C., Galloway, T. S. (2013). *The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review*. *Environmental*
- Yunanto, A. (2021). *Karakteristik Mikroplastik Pada Ekosistem Pesisir di Kawasan Mangrove Perancak, Bali*. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2): 436-444
- Zhou, Q., Tu, C., Fu, C., Li, Y., Zhang, H., Xiong, K., Luo, Y. (2020). *Characteristics and distribution of microplastics in the coastal mangrove sediments of China*. *Science of the Total Environment*, 703, 134807
- Sihombing, Y. H., Muskananfolo, M. R., & A'in, C. (2018). *Pengaruh kerapatan mangrove terhadap laju sedimentasi di Desa Bedono demak (The Effect of Mangrove Density on Sedimentation Rate in Bedono Village, Demak)*. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(4): 536-545.