

## **5. PEMBAHASAN**

### **5.1. Metode Isolasi Mikroplastik pada GIT Bandeng**

Pemilihan metode isolasi mikroplastik yang tepat sangat penting karena senyawa kimia yang digunakan untuk mendestruksi organisme dapat merusak polimer plastik (Karami et al., 2017). Isolasi mikroplastik dari tubuh organisme dapat dilakukan dengan menghilangkan material –material organik yang dapat mengganggu pengamatan. Penggunaan senyawa kimia destruksi yang dipilih, tidak merusak polimer plastik.

Dapat dilihat pada Tabel 4, penggunaan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% lebih efektif dibandingkan dengan larutan KOH. Sampel terdestruksi sempurna setelah 24 jam dengan hasil yang jernih. Waktu destruksi yang relatif cepat (24 jam) juga dapat meminimalisir risiko kerusakan mikroplastik selama proses destruksi. Hal ini didukung oleh Li et al, (2015) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ditambahkan ke sampel untuk menghancurkan material organik, kemudian ditambahkan larutan salin pekat untuk memisahkan mikroplastik dari jaringan sampel yang hancur setelah destruksi melalui pengapungan. Larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% sebagai agen pengoksidasi juga efektif dalam menghancurkan seluruh jaringan organik kerang dan kepiting (Li et al., 2015, 2018a; Waite et al., 2018)

Hasil optimasi metode pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan perbandingan 20:1 (v/w) dapat menghancurkan seluruh GIT ikan bandeng dengan sempurna. Sehingga metode isolasi mikroplastik pada penelitian ini GIT ikan bandeng ditambahkan senyawa destruksi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dengan perbandingan 20:1 (v/w) pada suhu 65°C selama satu hari, kemudian ditambahkan NaCl jenuh untuk pemisahan partikel mikroplastik.

### **5.2. Jumlah PSM pada GIT Ikan Bandeng, Air dan Sedimen.**

Sampel ikan bandeng pada penelitian ini diambil dari dua lokasi tambak yang berbeda, yaitu Tambak Lorok dan Tapak. Semua sampel GIT ikan bandeng mengandung PSM (Tabel 5). Menurut Wright et al.,(2013), kemiripan warna plastik dengan mangsa juga dapat meningkatkan risiko masuknya mikroplastik ke

tubuh organisme. Sebagai contoh, ikan lebih banyak memakan mikroplastik yang berwarna putih, coklat, dan kuning karena kemiripannya dengan zooplankton.

Semua sampel GIT ikan bandeng, air dan sedimen yang ada di Tambak Lorok dan Tapak tercemar PSM. Ditemukannya PSM dalam setiap sampel dapat disebabkan karena adanya beberapa faktor. Salah satunya adalah proses fragmentasi sampah plastik. Proses fragmentasi dapat meningkatkan luas permukaan sampah plastik dan jumlah partikel per satuan massa. Adanya paparan sinar matahari dan aksi gelombang dapat menjadi penyebab utama terjadinya proses fragmentasi sampah plastik pada air laut. Pada daratan, proses fragmentasi pada plastik dapat terjadi dengan mudah karena adanya paparan langsung oleh radiasi ultraviolet dari sinar matahari dan adanya fluktuasi suhu yang lebih besar daripada yang berada di air laut (Andrady, 2011). Paparan dari sinar ultraviolet mungkin dapat lebih tinggi pada sistem perairan dangkal dan kecil, seperti pada tambak dan sungai daripada danau besar dan laut.

Jumlah mikroplastik dalam ikan bandeng di Tambak Lorok dan Tapak tergolong tinggi karena rata-rata mengandung sekitar 5 sampai 6 partikel plastik di setiap organisme. Bila dibandingkan dengan spesies ikan dari Pasifik, Atlantik dan Samudra Hindia, dan Mediterania Laut yang mengandung mikroplastik di saluran pencernaannya. Rata-rata konsentrasi mikroplastik dalam saluran pencernaan biasanya rendah, sekitar 1 sampai 2 partikel per organisme. (Lusher, 2015; GESAMP, 2015).

Sampel sedimen dan air di lokasi Tapak bagian tambak memiliki jumlah PSM tertinggi. Sedangkan sampel sedimen dan air di lokasi Tambak Lorok bagian laut memiliki cemaran PSM yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan karena kondisi lokasi Tapak banyak terdapat aktivitas karena Tapak merupakan lokasi wisata dan dijadikan tempat memancing. Di Tapak ditemui banyak sekali sampah plastik seperti sisa pembungkus makanan, kantong belanja, botol minum dan lain sebagainya. Jumlah PSM pada ikan di Tapak lebih tinggi dibandingkan di Tambak Lorok. Hal ini menunjukkan ada hubungan/kolerasi antara kandungan mikroplastik pada ikan dengan habitatnya yaitu air dan sedimen di lokasi tersebut.

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; Carr et al., 2016). Hal ini dapat memberikan dampak yang buruk pada rantai makanan secara berurutan. Biota yang mengkonsumsi mikroplastik dalam jangka waktu yang lama akan mengalami kematian karena partikel plastik tidak dapat dicerna dalam tubuh biota (Browne et al., 2008).

Dengan ukuran, komposisi kimia, serta sifat fisik yang dimiliki mikroplastik, hal ini dapat mempengaruhi organisme air dan dapat berdampak pada kesehatan manusia. Hal lain yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia adalah adanya akumulasi mikroplastik pada sedimen yang dikonsumsi oleh biota pada lokasi tersebut dan akan masuk ke dalam tubuh manusia apabila manusia mengkonsumsi biota yang terkontaminasi (Rochman et al., 2015).

Selain itu, mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh organisme melalui udara (Rist et al., 2018), air, sedimen (Shim dan Thomposon, 2015) dan rantai makanan (Zhang et al., 2018). Jaring, fiber pakaian, dan peralatan lain yang digunakan untuk menangkap organisme perairan dapat meningkatkan cemaran mikroplastik dalam tubuh organisme tersebut (Lusher et al., 2017a). Mikroplastik juga dapat terakumulasi dan mengalami perpindahan ke jaringan tubuh lain (Auta et al., 2017). Hal ini didukung oleh penelitian Lusher et al., (2017b) bahwa partikel berukuran 0,2 – 150  $\mu\text{m}$  dapat bertranslokasi dari usus menuju ke sistem limfatik manusia. Hal ini menunjukkan bahwa ikan bandeng dapat menjadi salah satu media masuknya mikroplastik ke dalam tubuh manusia.

### **5.3. Bentuk dan Warna PSM pada GIT Ikan Bandeng, Air dan Sedimen.**

Dari hasil pengamatan distribusi PSM pada GIT ikan bandeng menurut bentuknya (Gambar 15) ditemukan bahwa fiber merupakan bentuk PSM yang paling banyak ditemui pada GIT ikan bandeng yang diambil dari Tapak dan

Tambak Lorok sekitar 60,70% sampai 69,66%, diikuti fragmen, *beads* dan film. Hal ini sesuai dengan penelitian Widianarko & Hantoro(2018), dimana mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan ikan ini memiliki bentuk fragmen, fiber, film, dan monofilament. Jenis plastik fiber pada ikan juga ditemukan pada beberapa penelitian ( Lusher *et al.* 2013, Neves *et al.* 2015, Rochman *et al.* 2015). Bentuk mikroplastik merupakan salah satu factor yang mempengaruhi potensi termakan oleh ikan. Sebagai contoh, bentuk pellet cenderung dihindari dibandingkan bentuk fiber (Foley *et al.* 2018). Bentuk fiber yang memanjang dan menyerupai zooplankton dapat menjadi alasan jenis plastik fiber banyak termakan oleh ikan (Nie *et al.* 2019).

Bentuk PSM yang paling banyak ditemui pada sampel air yang diambil dari Tapak dan Tambak Lorok adalah fragmen. Bentuk PSM pada sampel sedimen yang paling banyak ditemukan di Tapak dan Tambak Lorok adalah fragmen (57,44% – 81,49%), kemudian diikuti oleh bentuk film dan fiber. Hal ini dapat dikarenakan bentuk dan warna mikroplastik dipengaruhi oleh sumber cemaran yang bervariasi tergantung dari wilayah atau lokasi pengambilan sampel (Rochman *et al.*, 2015a).

Warna dan bentuk PSM dapat digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan jenis cemaran mikroplastik (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012; Shim *et al.*, 2018). PSM berbentuk fiber berasal dari senar pancing, jaring, tali, serat pakaian; pelet berasal dari bahan mentah pada industri plastik (seperti resin); microbead dapat berasal dari kosmetik yang berbentuk tidak beraturan ; fragmen dapat berasal dari degradasi botol plastik, bahan pengemas , dan film berasal dari tas plastik dan bahan pengemas (De Witte *et al.*, 2014; Carreras-Colom *et al.*, 2018; Jin-feng *et al.*, 2018; Shim *et al.*, 2018; Rezanía *et al.*, 2018).

Warna dari setiap bentuk PSM yang banyak terdapat dalam GIT ikan bandeng, air dan sedimen sangat bervariasi (Gambar 9). Namun warna yang paling banyak

ditemukan adalah PSM berwarna hitam. Menurut Li *et al*, (2018) warna yang dimiliki oleh setiap PSM tergantung dari sumber cemaran dari PSM tersebut. Warna yang mencolok seringkali ditemukan dalam tubuh organisme karena mirip dengan mangsa organisme tersebut (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012 dan Wright *et al.*, 2013). Hal ini didukung oleh penelitian Hidalgo-Ruz *et al.*, (2012) yang menyebutkan bahwa warna mikroplastik dapat beragam, seperti bening, putih, merah, biru, hitam, abu-abu, kuning, hijau, coklat, dan warna dari hasil pigmentasi.

#### **5.4. Panjang PSM pada GIT Ikan Bandeng, Air dan Sedimen**

Dari hasil pengamatan, ukuran PSM GIT ikan bandeng dibawah 5mm, kecuali bentuk fiber. Ini menunjukkan bahwa semua PSM termasuk mikroplastik. Mikroplastik merupakan fragmen dengan diameter <5mm (Barboza dan Gimenez, 2015). Rata-rata mikroplastik yang ditemukan pada GIT ikan bandeng adalah 5,90 – 5,94 partikel/organisme (Tabel 5). Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, Rohman *et al.* (2015) menemukan mikroplastik dalam jumlah terbesar dalam ikan dari keluarga Carangidae dengan rata-rata jumlah mikroplastik sebesar  $5,9 \pm 5,1$  partikel per ikan.

Coleet *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa beberapa organisme yang berada di lingkungan laut maupun sekitar 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 mengkonsumsi partikel-partikel plastik dengan ukuran yang kecil tersebut. Dampak ini dapat berupa stress secara patologis, komplikasi pada sistem reproduksi, tersumbatnya produksi enzim, serta tingkat pertumbuhan yang rendah (Sutton *et al*, 2016; Fossi *et al*, 2016). Selain itu, dampak dari adanya akumulasi plastik dapat menyebabkan adanya pencemaran pada tanah, air tanah, dan biota yang ada pada bawah tanah. Racun yang ada pada partikel plastik secara tidak langsung dapat masuk ke dalam biota dan tetap tidak akan terurai.



Pada penelitian ini, semua PSM berbentuk fragment, film dan *beads* berukuran dibawah 150  $\mu\text{m}$ . Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar PSM yang terdapat dalam GIT ikan bandeng berpotensi mengalami perpindahan dari usus ke jaringan tubuh lain. Hal ini sesuai dengan penelitian Lusher et al., (2017b), yang menyatakan bahwa partikel berukuran 0,2 – 150  $\mu\text{m}$  dapat bertranslokasi dari usus menuju ke sistem limfatik manusia. Wright et al., (2013) menambahkan bahwa, semakin kecil ukuran partikel mikroplastik, maka semakin mudah partikel tersebut bertranslokasi menuju jaringan tubuh lain melalui proses fagositosis. Ukuran PSM yang sangat kecil dapat meningkatkan risiko toksisitas yang masuk ke tubuh manusia. Hal ini didukung oleh penelitian Schirinzi et al. (2017) yang mengatakan bahwa paparan polystyrene ukuran 10  $\mu\text{m}$  selama 24-48 jam dapat menyebabkan stress oksidatif pada sel serebral dan sel epitelial manusia yang memicu kanker. Penelitian lain Browne et al.(2008) mengatakan bahwa biota yang mengkonsumsi mikroplastik dalam jangka waktu yang lama akan mengalami kematian karena partikel tidak dapat dicerna dalam tubuh biota.

### **5.5. Jenis Polimer Mikroplastik dengan ATR-FTIR**

FTIR digunakan untuk mengetahui komposisi kimia pada sampel yang diamati dan dapat memberikan informasi lebih mengenai struktur kristal polimer (Claessens et al., 2011). Prinsip kerja dari alat tersebut yaitu dengan membandingkan spectrum yang ada pada sampel yang akan diamati dengan spektrum polimer plastik yang sudah diketahui. Jenis polimer ditentukan dengan membandingkan tingkat kemiripan antara spektrum inframerah pada sampel dan spektrum referensi (Dris et al., 2018)

Sampai saat ini belum ada batas standar tingkat kemiripan spektrum yang dapat diterima. Semakin tinggi skor kemiripan yang diperoleh, maka semakin mirip spektrum polimer pada sampel dengan referensi. Beberapa peneliti menetapkan batas kemiripan spektrum yang dapat dipercaya antara 70-75% (Lusher et al., 2017a; Qu et al., 2018). Dari hasil penelitian besar partikel yang terdeteksi menghasilkan tingkat kemiripan 500-599 memiliki presentase terbesar yaitu 57,75%, sedangkan besar partikel yang terdeteksi menghasilkan tingkat kemiripan diatas 700 hanya 10%. Hal ini dikarenakan sampel yang memiliki bentuk tidak

beraturan (seperti fragmen) seringkali menghasilkan spektrum yang tidak bagus yang disebabkan adanya *refractive error* (Dris et al., 2018),. Hal ini juga didukung oleh Jung et al. (2017) yang menyatakan bahwa degradasi mikroplastik dapat menyebabkan perubahan spektrum yang dapat mengganggu proses identifikasi dengan FTIR.

Jumlah partikel yang dapat terdeteksi dengan FTIR lebih kecil dibandingkan jumlah partikel yang ditemukan dengan mikroskop (Tabel 12). Hal ini dikarenakan ukuran partikel yang terlalu kecil (di bawah 20  $\mu\text{m}$ ) tidak dapat terdeteksi dengan FTIR (Lusher et al., 2017a). Metode analisis ATR-FTIR, dilakukan dengan cara mengontakkan prisma ATR dengan bagian permukaan setiap partikel, sehingga dapat menyebabkan adanya partikel yang terlewat atau tidak ikut terdeteksi selama proses pengamatan (Song et al., 2015).

Hasil identifikasi dengan ATR-FTIR juga menunjukkan adanya plastik PE, HDPE, EVA, *ethylene, methyl cellulose, acrylic copolymer* dan PE/PP (Tabel 13). Dari hasil penelitian (Tabel 13), PE merupakan jenis plastik yang paling banyak ditemui pada GIT ikan bandeng. Hal ini didukung oleh Shim et al. (2018) yang menyatakan bahwa PE merupakan jenis plastik yang banyak ditemui di laut. Umumnya plastik jenis polyethylene berasal dari kemasan makanan, pipa (Plastic Europe, 2018). PE memiliki puncak absorpsi di *wavenumber*  $718\text{ cm}^{-1}$  karena adanya *rocking vibration* pada gugus  $\text{CH}_2$ . PP memiliki puncak absorpsi di *wavenumber*  $2839\text{ cm}^{-1}$  karena adanya *stretching vibration* pada gugus  $\text{CH}_2$ . PET memiliki puncak absorpsi pada *wavenumber*  $1724\text{ cm}^{-1}$  karena adanya *stretching vibration* pada ikatan  $\text{C}=\text{O}$ .

Jenis PE yang ditemukan dalam GIT ikan bandeng bermacam-macam, seperti PE *chlorinated*, HDPE, PE/PP dan *Polyethylene oxidized*. *Chlorinated polyethylene* merupakan hasil klorinasi dari HDPE yang seringkali digunakan sebagai campuran PVC (Marossy dan Barczy, 2003). PE juga dapat dicampur dengan PP (ko-polimer etilen dan propilen) yang dapat meningkatkan ketangguhan plastik sehingga dapat digunakan kembali (Graziano et al., 2018)

Jenis mikroplastik yang ditemukan pada air adalah PET, sedangkan jenis mikroplastik yang ditemukan pada sedimen adalah PE dan HDPE. Hal tersebut sesuai dengan teori yang menjelaskan bahwa sedimen di laut memiliki potensi proses akumulasi mikroplastik dan mikroplastik memiliki jangka waktu yang cukup panjang hingga akhirnya dapat tenggelam dan tertumpuk dalam sedimen. Dalam sedimen laut, konsentrasi mikroplastik ditemukan sangat besar dan dengan adanya plastik semacam itu dapat membuat 3.3% berat sedimen yang ada di pantai terkena dampak buruk (Nuelle et al, 2014; Cozar et al, 2014; Van Cauwenberghe et al., 2015a, 2015b; Boucher et al., 2016).

Pada umumnya jenis plastik *polyvinyl chloride* (PVC), nilon, dan *polyethylene terephthalate* (PET) akan lebih cenderung tenggelam. Selain itu, beberapa jenis mikroplastik yang cenderung melayang di permukaan seperti polyethylene, polypropylene dan polystyrene (Avio et al., 2016, Carr et al., 2016). Hal ini menunjukkan bahwa mikroplastik dengan densitas yang lebih besar dari air laut akan tenggelam dan akan terakumulasi didalam sedimen, sedangkan mikroplastik dengan densitas yang lebih kecil dari air laut akan bersifat lebih ringan dan akan berada dipermukaan laut (Woodall et al, 2014; Alomar et al., 2016; Suaria dan Aliani, 2014).



## 5.6. Risiko Toksisitas Cemaran Mikroplastik

Mikroplastik dapat memberikan efek pencemaran dengan menghasilkan senyawa beracun seperti logam berat dan polutan organik yang persisten (POPs) ke tubuh organisme (Karami, 2017). Selain itu, kolonisasi mikroba pada mikroplastik dapat menjadi vektor potensial bagi patogen. Di Laut Utara / Baltik, *Vibrio parahaemolyticus* yang mikroba patogen ditemukan pada sejumlah partikel mikroplastik, seperti PE, PP, dan PS (Revel, 2018).

Masuknya mikroplastik ke dalam tubuh organisme ini dapat melalui air, sedimen (Shim dan Thomposon, , 2015 ), udara ( Rist et l al., 2018 ), dan rantai makanan (Zhang et l al. , 2018). Mikroplastik juga dapat terakumulasi dan mengalami perpindahan ke jaringan tubuh lain ( Auta et al., 2017).

Penelitian ini membuktikan bahwa terdapat mikroplastik pada GIT ikan bandeng, air, dan sedimen yang berasal dari tambak Semarang. Pernyataan ini diperkuat dengan hasil analisis menggunakan ATR-FTIR yang telah mengonfirmasi adanya beberapa jenis plastik yang ditemukan dalam GIT ikan bandeng, air, dan sedimen (PE, PET, HDPE, EVA, *Methyl cellulose* dan kopolimer PE PP).

Jenis plastik yang ditemukan dalam air adalah PET. Hal ini dikarenakan banyaknya sampah botol plastik di lokasi pengambilan sampel. Botol plastik biasanya terbuat dari PET, HDPE, dan LDPE. Dalam pembuatannya, digunakan bahan trimoni oksida. Bahan tersebut berbahaya bagi manusia terutama saat menghirupnya karena dapat menyebabkan iritasi pernafasan serta kulit (Nurhenu, 2013).

Ditemukan jenis plastik PE/PP dalam sampel ikan bandeng. Hal ini disebabkan jaring dan tali terbuat dari nilon (poliamid) dan PP serta kain sintetis terbuat dari resin poliester dan poli(etilen terptalat) (GESAMP, 2015).

Sebagian besar jenis plastik yang ditemukan dalam sampel ikan bandeng, air dan sedimen adaah PE. PE merupakan polimer dengan komponen terbesar pada produksi plastik global (29%) yang memiliki afinitas paling besar terhadap kontaminan organik daripada polimer lainnya (Rochman et al, 2013). Polimer PE

dapat ditemukan dalam berbagai produk komestik (seperti scrub lulur, sabun, pasta gigi dan sebagainya), kemasan, dan kantong plastik. Proses degradasi yang besar menunjukkan bahwa polimer tersebut mudah terurai dan menyebabkan besarnya potensi masuk ke dalam jaringan seafood. Partikel mikroplastik yang tertelan dapat mengganggu mekanisme fisik dan kimia jaringan seafood (Hermsen et al, 2018). Kerusakan fisik yang terjadi pada organisme menyebabkan penyumbatan dan luka pada jaringan internal organisme (Wright et al, 2013). Translokasi partikel mikroplastik pada organisme dapat bertranslokasi ke jaringan lain seperti otak, hati, dan jantung (Collard et al. 2017). Partikel mikroplastik yang berukuran 0,2 dan 150  $\mu\text{m}$  dapat bertranslokasi dari jaringan usus ke sistem limfatik manusia. Selain itu mikroplastik dapat menyebabkan stres oksidatif dalam sel otak dan jaringan epitel manusia (Revel, 2018).

Keberadaan mikroplastik pada GIT ikan bandeng menunjukkan bahwa ikan bandeng dapat menjadi salah satu media masuknya mikroplastik ke dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Meskipun toksisitas mikroplastik pada manusia belum diketahui, banyak penelitian yang membuktikan bahwa cemaran mikroplastik dapat memberikan dampak negatif bagi organisme (Wright et al., 2013; Auta et al., 2017). Setelah konsumsi, senyawa beracun seperti logam berat dan polutan organik yang persisten (POPs) yang dihasilkan mikroplastik, dapat menyebabkan toksisitas ke tubuh organisme (Karami, 2017)

Disisi lain, ikan bandeng merupakan salah satu komoditas perikanan Indonesia mengandung nilai nutrisi yang tinggi. Apabila dilakukan pembatasan konsumsi ikan bandeng, dapat mengurangi sumber asupan nutrisi bagi tubuh dan dapat memberikan dampak negatif bagi sektor perekonomian secara global (Lusher et al., 2017b).

Oleh sebab itu, perlu dilakukan manajemen risiko untuk meminimalisir masuknya mikroplastik pada ikan bandeng dan menurunkan risiko paparan mikroplastik pada konsumen. Hal ini dapat dilakukan dengan meminimalisir penggunaan plastik dan sistem pengolahan limbah plastik yang baik. Pencegahan penggunaan plastik sudah banyak dilakukan untuk mengurangi tingginya produksi limbah plastik yang ada. Hal tersebut diterapkan dalam supermarket yang tidak

menyediakan plastik kepada pelanggannya. Banyaknya inovasi terkait dengan pemanfaatan limbah plastik sangat penting untuk mengurangi tingginya angka produksi sampah plastik yang ada di Indonesia, seperti *ecobricks*.

Selain itu, pengolahan ikan bandeng seperti mencuci, membersihkan sisik, dan saluran pencernaan ikan sebelum dikonsumsi juga dapat mengurangi jumlah mikroplastik yang dapat masuk ke dalam tubuh manusia. Hal ini dikarenakan sebagian besar mikroplastik terakumulasi pada bagian saluran pencernaan organisme (Lusher et al., 2017b).

Besarnya bahaya yang ditimbulkan oleh keberadaan mikroplastik di laut membuat rendahnya tingkat keamanan pangan bagi manusia dan organisme laut di dalamnya. Harapannya dalam penelitian ini dapat memberikan data sebaran PSM di wilayah Tapak dan Tambak Lorok, sehingga data ini bisa digunakan untuk penelitian lebih lanjut menganalisis resiko dan bahaya toksikologis pada mikroorganisme laut dan manusia.

