

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA CANGKANG KERANG DARAH (Anadara Granosa Liin) DENGAN MENGGUNAKAN *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Pungut¹ Sri Widyastuti² Yoso Wiyarno³
Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan^{1,2}
Prodi Pendidikan Jasmani Program Pasca Sarjana

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Email : pungutasromo@unipasby.ac.id¹
sriwidyastuti@unipasby.ac.id²
yoso.wiyarno@gmail.com³

ABSTRAK

Kerang merupakan hewan *filter feeder*, sehingga akan menyerap berbagai limbah dari air laut maupun dari sedimen. Tingginya produksi kerang yang di ikuti dengan tingginya pemanfaatan limbah cangkang kerang untuk berbagai bahan pangan, menimbulkan permasalahan apakah cangkang kerang mengandung mikroplastik seperti halnya pada dagingnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan mikroplastik pada 5 daerah penghasil kerang darah yang banyak di konsumsi dan di manfaatkan limbahnya. Daerah tersebut adalah Gisik Cemandi, Kenjeran, Pasuruan , Gresik dan Sidoarjo. Kandungan mikroplastik di analisis dengan menggunakan FTIR dan SEM . Analisis dengan FTIR menunjukkan 4 jenis polimer yang di tengarai sebagai *particle suspected as microplastic*. Senyawa mikroplastik tersebut adalah : polyglutaroyl : alt4,4'-azobisbenzoyl hydrazide, Ethylidene-norbornene, Chloromethyl-silasane, dan Poly(4,4'-azobisbenzoyl:alt2,4-dimethylpyrrolehidrazide. Analisis struktur menggunakan SEM pada sampel cangkang kerang, tidak menunjukkan adanya mikroplastik. Hasil analisis dengan chi square test disimpulkan Ho terima artinya tidak ada hubungan antara daerah asal dengan jenis senyawa (Asymp.sig tidak ada yang < 0.05)

Kata kunci : cangkang kerang darah , mikroplastik, metoda FTIR , metoda SEM

PENDAHULUAN

Masuknya mikroplastik ke dalam organisme laut menghadirkan ancaman yang muncul bagi ekosistem laut. Saat ini dilaporkan di seluruh dunia, mikroplastik masuk ke dalam spesies laut yang berbeda* Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel plastik yang memiliki ukuran kurang dari 5 mm (Boucher & Friot, 2017). Namun GESAMP (2019) menyarankan definisi baru berkaitan dengan mikroplastik, yaitu partikel dengan ukuran 1 hingga <1000 μm . Partikel dengan ukuran 1 mm hingga 10 mm masuk dalam kategori *mesoplastic* (Hartmann et al., 2019).. Ukurannya yang kecil membuat mikroplastik dianggap sebagai makanan oleh hewan-hewan seperti ikan dan bivalvia. Masuknya partikel mikroplastik ke saluran pencernaan hewan air berpotensi membawa partikel tersebut masuk ke piramida makanan hingga ke tingkat trofik tertinggi (Naji, 2018). Digka et al., (2018) menyebutkan kelimpahan mikroplastik berkisar pada rentangan 1.7–2 items/individu pada kelompok kerang dan berkisar pada rentangan 1.5–1.9 items/individu pada ikan . Mikropalstik yang ditelan kebanyakan berupa bentuk *fragment* (pecahan) dengan berbagai ukuran dan warna .

Tingginya produksi kerang di ikuti dengan tingginya limbah cangkang (Sidoarjo Dalam Angka, 2021; Sawiji & Perdanawati, 2017). Pemanfaatan limbah cangkang kerang yang mengandung mineral kalsium dan fosfor mulai dilakukan. Berbagai pemanfaatan dilakukan tidak hanya untuk di buat sebagai hiasan dinding namun juga untuk pakan ternak (Azizah Mahary, 2017; Qurrota A'yuni, 2019) campuran kosmetik, fortifikasi kalsium pada pangan (Ratnawati *et al.*, 2014, Pungut dan Sri Widyastuti, 2019), dan pengawet pangan (Eni Masruriati, Ariyanti, 2020)

Namun yang menjadi permasalahan adalah kerang merupakan hewan *filter feeder* (Neves, 2015). Sebagai organisme *filter feeder*, kerang memperoleh makanannya dengan cara menyaring partikel materi organik dan fitoplankton yang tersuspensi dalam air. Oleh karena itu kerang memiliki potensi menyerap berbagai limbah dari air laut maupun dari sedimen dan terakumulasi dalam tubuhnya. Baik berupa logam berat maupun yang baru-baru ini di temukan adalah limbah berupa mikroplastik. Menurut Li *et al* (2015; Mawardi and Sarjani, 2017), kerang darah bersifat *filter feeder* non selektif. Oleh karena aktivitas *filter feeding* yang dimilikinya, semakin tinggi peluang paparan mikroplastik yang terdistribusi di dalam laut. Sebagai organisme laut yang bersifat *filter feeder* non selektif, kerang darah dapat dengan mudah menelan mikroplastik yang terdistribusi di dalam laut. Ketika kerang darah dengan kandungan mikroplastik dikonsumsi oleh manusia, akan terjadi *trophic transfer* yang dapat mengganggu kesehatan tubuh (Li *et al.*, 2015). Oleh sebab itu, diperlukan evaluasi risiko (*risk assessment*) untuk keberadaan mikroplastik dalam pangan hasil laut (*seafood*) termasuk kerang darah.

Ukuran yang sangat kecil, membuat mikroplastik dapat dengan mudah tertelan oleh organisme yang hidup di sedimen maupun laut dan terdistribusi melalui sistem rantai makanan (Rochman, 2015 b). Kondisi ini memungkinkan terjadinya penurunan tingkat pertumbuhan dan kemampuan reproduksi pada organisme laut. Selain itu, keberadaan mikroplastik dapat menyumbat bahkan melukai saluran pencernaan organisme laut sehingga berpotensi menyebabkan kematian (Graca *et al.*, 2017).

Menurut GESAMP (2019) empat jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan dalam sedimen dan laut adalah 79% polietilen (PE), 64% polipropilen (PP), 40% polistiren (PS), dan 17% nilon (PA). Terdapat 3 risiko kontaminasi oleh mikroplastik, yaitu (1) senyawa kimia beracun yang menempel di permukaan, (2) senyawa penyusun plastik itu sendiri, (3) mikroplastik sebagai partikel. Karena ketiga jenis risiko tersebut, mikroplastik dianggap sebagai salah satu jenis baru kontaminan pangan (*novel contaminant*) (Widianarko and Hantoro, 2018).

Studi yang dilakukan Widianarko and Hantoro (2018) menunjukkan bahwa hampir seluruh populasi kerang darah (97-100%) yang didapat dari Pantai Semarang mengandung mikroplastik. Demikian pula penelitian yang dilakukan oleh Cordova (2019) di Pantai utara Jawa, menunjukkan adanya mikroplastik di semua stasiun pengamatan. Mikroplastik yang dominan adalah dari jenis polystyrene, dengan ukuran 500–1000 μm and 300–500 μm .

Lee (2019) dengan menggunakan FTIR mendeteksi adanya 9 jenis polimer di laut, namun yang terbanyak di temukan adalah polypropylene, polyethylene terephthalate, dan polyethylene. Ketiga jenis ini juga di temukan dalam garam dapur. Penelitian (Li, 2015; Van Cauwenberghe 2015; Neves 2015)

juga menyebutkan hal yang serupa. Penelitian Ghosal (2017) menemukan mikropalstik sejenis pada ikan yang ada di Lautan Pasifik , juga pada pantai di Taiwan (Bancin, L.J, 2019 : Kunz, A, 2016)

Sampai saat ini, belum ada evaluasi risiko yang valid untuk asupan mikroplastik melalui konsumsi pangan hasil laut. Hal tersebut terkait dengan keragaman metode analisis mikroplastik yang belum terstandarisasi. Keberadaan mikroplastik dalam pangan hasil laut sebagian besar masih berupa data kualitatif, sementara data kuantitatif kandungan mikroplastik masih dinyatakan dalam satuan (*unit*) yang berbeda. Untuk mengatasi kesulitan tersebut, diperlukan protokol analisis yang baku (*Standard Operation Protocols, SOP*), mulai dari pengambilan sampel, ekstraksi, observasi, kuantifikasi, dan identifikasi mikroplastik. Perbedaan jenis mikroplastik yang dilaporkan pada spesies yang sama akan menjadi berbeda karena adanya variasi kontaminasi mikroplastik antar wilayah studi atau bisa berhubungan dengan perbedaan metoda pengujian yang digunakan oleh tim peneliti. Misalnya, untuk studi yang dilakukan pada kerang dan ikan perbedaan dalam protokol analitik bisa membiaskan perbandingan kuantitatif (Digka et al., 2018) Namun, hingga saat ini masih kurang ditemukan penelitian tentang kandungan mikroplastik pada cangkang kerang. Hal ini juga menjadi *gap analysis* kondisi penelitian mikroplastik di Indonesia yaitu bagaimana bila cangkang kerang yang menagandung mikroplastik berada di tubuh manusia (F. Alam dan M . Rachmawati, 2020),

Oleh sebab itu, penelitian ini ditujukan untuk mengetahui apakah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) mengandung mikroplastik ? Apakah perubahan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) menjadi berukuran mikro akan menimbulkan kerusakan mikroplastik di dalam cangkang serta untuk mengidentifikasi jenis dan jumlah partikel mikroplastik pada cangkang kerang darah (*Anadara Granosa liin*) dari 5 daerah perairan.

Spektroskopi infra merah transformasi Fourier (FT-IR) digunakan untuk konfirmasi berbagai jenis polimer sintesis yang berasal dari peruraian sampah plastik yang menyerupai mikroplastik. Pencitraan kimia, yang memberikan pengukuran simultan dari informasi fisik (yaitu spasial) dan kimia (yaitu spektroskopi), diakui sebagai alat yang menjanjikan untuk analisis mikroplastik. Dibandingkan dengan pengujian secara visual dengan menggunakan mikroskop, spektroskopi FT-IR telah terbukti mampu mendeteksi jumlah mikroplastik yang jauh lebih tinggi dalam sampel yang di ambil di lingkungan. Spektroskopi FT-IR adalah teknik yang diinginkan untuk identifikasi mikroplastik karena beberapa alasan, termasuk efisiensi biaya, keandalan, dan kemudahan penggunaan (Derya Dilara Atas, 2019)

METODA

1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kerang darah (*Anadara granosa Linn*) yang di ambil dari 5 tempat pelelangan ikan yaitu Pantai Kenjeran Surabaya, Gisik Cemandi Juanda , Pantai Timur Sidoarjo, Pasuruan dan Gresik .

Peralatan yang digunakan untuk membuat mikrokalsium adalah oven pengering, crusher dan ayakan .

2. Prosedur untuk membuat tepung cangkang kerang

Pembuatan tepung cangkang kerang darah (*Anadara granosa Linn*) mengikuti prosedur yang dilakukan (Sri Widyastuti, Intan Ayu Pramushinta, 2017). Sampel cangkang kerang di keringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 50 °C selama 7 hari . Sampel kemudian di hancurkan dan di saring dengan menggunakan ayakan ukuran 200 mikron

3. Identifikasi dan validasi mikroplastik

Jenis polimer dan kelimpahannya diperoleh dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) spectroscopy dengan metode pelet KBr (Kalium Bromida) (Nor dan Obbard ,2014 ; Frias,2016). Pada teknik KBr ini, sampel sebanyak 0,5 sampai 10 mg ditumbuk halus dan dicampur dengan campuran 100 mg bubuk kalium bromida kering atau alkali halida lainnya. Tekanan diatur dengan cukup, dan campuran ditekan kedalam campuran transparan. Spektrum IR dihasilkan oleh teknik pelet menunjukan pita 3450 cm⁻¹ dan 1640 cm⁻¹(Lusher et al. 2013; Frias,2016)..

Scanning Electron Microscopy (SEM) dilakukan untuk menyaring morfologi partikel mikroplastik yang ber potensial ada dengan menggunakan profil komponen kimia sampel dari FTIR. Hasil SEM digunakan untuk memverifikasi bahwa item tersebut benar mikroplastik

HASIL dan PEMBAHASAN

Klasifikasi secara Kimia dengan Menggunakan FTIR

Plastik bukanlah satu molekul spesifik tetapi terdiri dari sekelompok bahan polimer yang diproduksi untuk tujuan berbeda dan dengan demikian dicirikan oleh sifat-sifat tertentu.

Akibatnya, kelimpahan bahan mikroplastik tertentu seperti PE, PS dan PET di lingkungan bergantung pada jumlah produksi, pola penggunaan, jalur emisi dan sifat material yang mempengaruhi kerentanan potensi fragmentasi menjadi mikroplastik. Untuk memahami keterkaitan ini, identifikasi bahan (plastik) mikroplastik potensial yang teridentifikasi dalam sampel lingkungan sangat penting (Zarfl, 2019).

Spectrophotometri dengan menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) merupakan teknik yang paling populer dan sering digunakan untuk mengidentifikasi tipe polimer dari mikroplastik. Spektroskopi infra merah transformasi Fourier (FT-IR) digunakan untuk

konfirmasi berbagai jenis polimer sintesis yang berasal dari peruraian sampah plastik yang menyerupai mikroplastik. Analisis FT-IR dilakukan dengan menggunakan perpustakaan polimer yaitu spektrum polimer referensi jenis yang disediakan oleh produsen FTIR. Jenis polimer ditentukan dengan membandingkan tingkat kemiripan antara spektrum inframerah pada sampel dan spektrum referensi (Dris *et al.*, 2018).

Menurut Dris *et al.* (2018), sampel yang memiliki bentuk tidak beraturan (seperti fragmen) seringkali menghasilkan spektrum yang tidak bagus yang disebabkan adanya *refractive error*. Hal ini didukung oleh Jung *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa degradasi mikroplastik dapat menyebabkan perubahan spektrum yang dapat mengganggu proses identifikasi dengan FTIR. Menurut Catarino *et al.* (2016), temperatur dan reaksi dengan senyawa kimia dapat merusak sifat viskoelastis plastik, namun tidak terlalu berpengaruh terhadap komposisi kimia. Oleh karena itu, saat dilakukan uji dengan FTIR senyawa penyusun plastik masih terdeteksi dengan baik.

Hasil Uji FTIR pada cangkang kerang darah (Anadara Granosa liin) menunjukkan jenis polimer yang tidak di temukan pada jaringan kerang darah (Anadara Granosa liin) (Ainul Fitri Ichlasia 2017; Widianarko and Hantoro, 2018). Hasil pengamatan particle suspected as microplastic (PSM) pada lima pasar ikan dengan menggunakan FTIR adalah senyawa

1. Polyglutaroyl : alt4,4'-azobisbenzoyl hydrazide

Merupakan disinfektan, digunakan untuk mensterilkan instrumen bedah

2.Ethylidenenorbornene

Merupakan bahan pembuat plastik (monomer) pada in pada industri plastik, resd an karet

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ethylidenenorbornene>

3.Chloromethylsilasane bahan pengawet untuk pembuatan silase

4.Poly(4,4'-azobisbenzoyl:alt2,4-dimethylpyrrolehidrazide ; anti bakteri dan memusnahkan kuman TBC

Beberapa pengamatan dengan FTIR menunjukkan bahwa jumlah partikel yang dapat terdeteksi dengan FTIR lebih kecil dibandingkan jumlah partikel yang ditemukan dengan mikroskop. Hal ini disebabkan ukuran partikel yang terlalu kecil (di bawah 20 μm) juga tidak dapat terdeteksi dengan FTIR (Lusher *et al.*, 2017a). Ulrike Braun *et al.*, (2018) menyebutkan tingkat deteksi pada sampel tes pada rentangan 25 – 50 μm

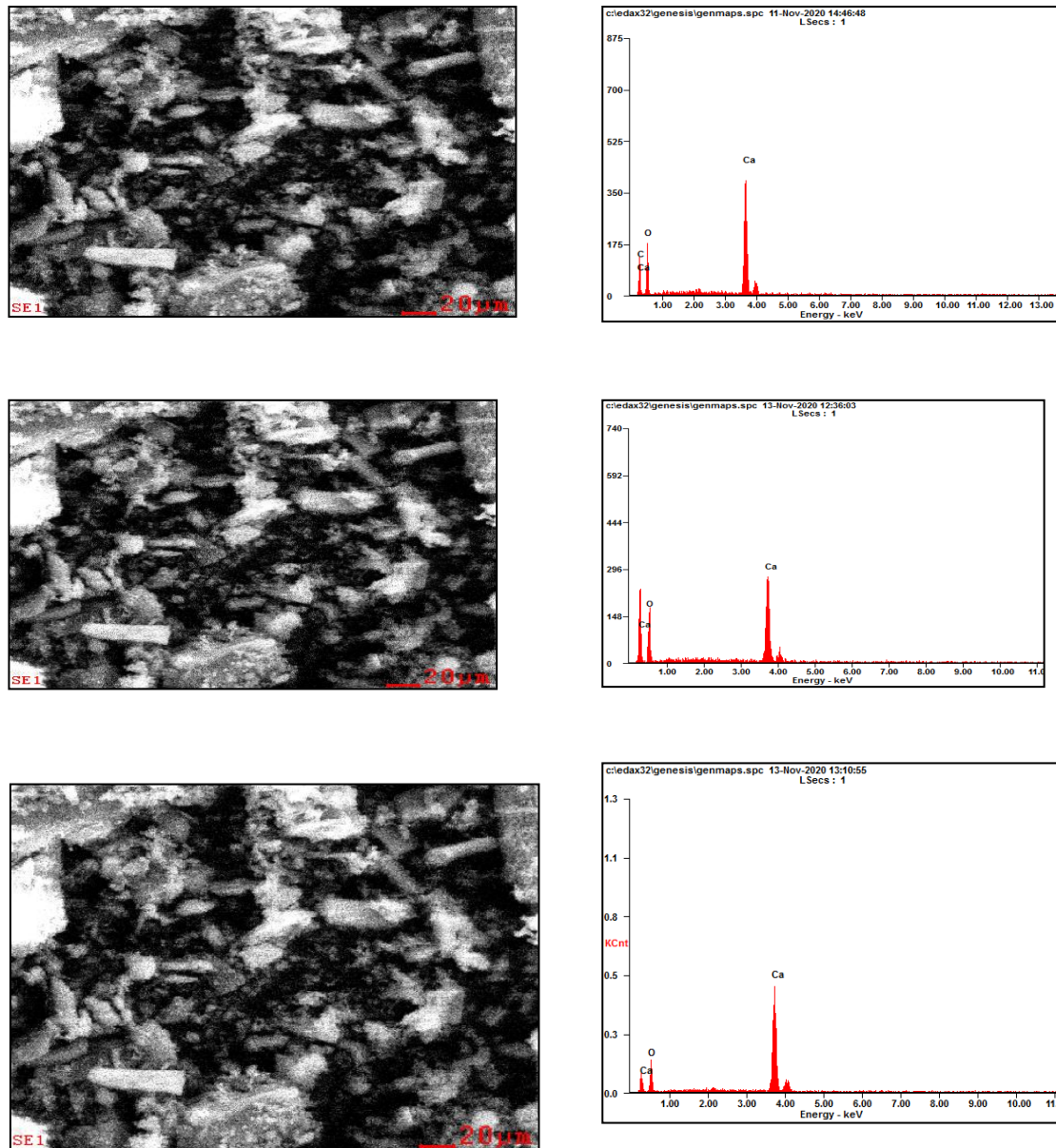
Jenis plastik yang ditemukan pada kelompok krustacea dalam penelitian Zhao *et al.* (2018) sama dengan jenis plastik yang banyak ditemui di laut. Hal ini menunjukkan bahwa cemaran polimer plastik dalam krustacea dapat berasal dari cemaran mikroplastik di wilayah perairan laut yang menjadi habitat krustacea.

Menurut Plastic Europe (2018), limbah plastik berasal dari bahan pengemas (39,7%), bahan bangunan dan konstruksi (19,8%), otomotif (10,1%), elektronik (6,2%), pertanian (3,4%), limbah rumah tangga (4,1%), dan lain – lain (16,7%). Umumnya plastik jenis *polyethylene* berasal dari kemasan makanan, pipa (Plastic Europe, 2018), jaring yang digunakan untuk melindungi udang dari mangsanya (*anti predator nets*) (Lusher *et al.*, 2017b), dan *microbead* dalam industri kosmetik (Shim *et al.*, 2018).

Hasil penelitian Ainul Fitri Ichlasia (2017) pada sampel daging kerang darah menunjukkan spektrum mirip molekul nylon, dengan tingkat kemiripan sebesar 876/1000. Jumlah *particle suspected as microplastic (PSM)* pada pengambilan ke 1 ,yang teridentifikasi pada daging kerang darah sebesar 5,1+3.5 partikel/sampel dengan range 0-12 partikel/ sampel , pada waktu pengambilan 2 sebesar 5,3+ 3,13 partikel/ sampel dengan range 0-11. Sesuai dengan penelitian Li *et al.* (2015) yang menyebutkan ditemukannya mikroplastik pada kerang dengan rata rata jumlah mencapai 4,6 partikel plastik/sampel , pada kerang yang diambil dari laut bebas China. Identifikasi menggunakan FTIR dapat mengungkap komposisi polimer serta kelimpahan mikroplastik, yang dapat memberikan petunjuk ke asal, sumber atau jalur masukan sampel (M. A. Browne, 2015) .

3. Struktur Permukaan dengan menggunakan SEM

Pemindaian mikroskop elektron (SEM) dapat memperbesar sampel hingga 500.000 kali dan memiliki keuntungan dalam memvisualisasikan partikel dan struktur permukaannya (Zarfli 2019). SEM yang di terapkan di perairan memiliki keuntungan dalam mengukur sampel cairan dengan upaya persiapan yang lebih sedikit daripada SEM di lingkungan lain, tetapi dengan resolusi yang lebih rendah. Namun demikian, tidak ada informasi identifikasi rinci tentang jenis polimer yang dapat diperoleh dengan semua metode visual ini (Li, 2018). Jadi, teknik visual sering kali digabungkan dengan metode yang lebih rumit. Misalnya, SEM yang digabungkan dengan spektroskopi dispersif energi menggunakan sinar-X untuk mengaktifkan sampel dan mengidentifikasi komposisi unsurnya selain ukuran partikel. Namun, ini sangat mahal dan memakan waktu (Silva, 2018) . Gambar hasil analisis *Scanning Electron Microscopy SEM* untuk morfologi cangkang kerang adalah sebagai berikut



Gambar 1 Hasil analisis dengan *Scanning Electron Microscopy* SEM pada sampel cangkang kerang

Gambar hasil analisis *Scanning Electron Microscopy* SEM untuk morfologi cangkang kerang, menunjukkan bahwa semua bagian cangkang kerang tidak ada mikroplastik. Hal ini berbeda dengan penelitian Khoironi (2018) pada daging kerang hijau yang di temukan di sepanjang pantai Tambak Lorok Semarang menunjukkan adanya komponen dari Silica (SiO_2), Alumina (Al_2O_3) and Sodium Oxide (Na_2O) dimana senyawa tersebut pada umumnya di gunakan dalam industri plastik. Hasil SEM ini dapat digunakan sebagai acuan bahwa cangkang kerang tidak mengikat mikroplastik seperti halnya bagian daging kerang. Mikroplastik hanya ada di permukaan cangkang kerang, tidak sampai masuk ke struktur cangkang. Hal ini menunjukkan tidak semua

partikel senyawa yang diserapkan akan tetap bertahan di tubuh kerang, terutama di cangkang, karena kerang kemudian akan melakukan pembersihan dalam jangka waktu tertentu (Doyle, 2015). Sehingga cangkang kerang dapat digunakan untuk berbagai kepentingan, salah satunya sebagai media filter untuk menyerap mikroplastik dan kemudian di bersihkan lagi. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Nurul Istiqomah (2020), penelitian menunjukkan bahwa filter media cangkang kerang mampu menurunkan konsentrasi mikroplastik sebesar 88,22%

3. Analisa Statistik

Berdasarkan tabel chi square test disimpulkan H_0 terima artinya tidak ada hubungan antara daerah asal dengan jenis senyawa (Asymp.sig tidak ada yang < 0.05)

KESIMPULAN

Hasil analisis dengan menggunakan FTIR pada cangkang kerang darah (*Anadara Granosa Liin*) terdapat 4 jenis polimer yang di tengarai sebagai mikroplastik

Analisis struktur cangkang dengan menggunakan SEM tidak menunjukkan adanya polimer yang di tengarai sebagai mikroplastik. Sehingga dimungkinkan polimer sebagai mikroplastik hanya ada di permukaan cangkang. Berdasarkan 5 daerah lokasi pengambilan sampel, analisis statistik menyimpulkan tidak ada hubungan antara daerah asal dengan jenis senyawa

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih di tunjukkan kepada Universitas PGRI Adi Buana Surabaya yang telah membiayai kegiatan penelitian ini melalui Hibah Penelitian Adi Buana Tahun 2020

DAFTAR PUSTAKA

A Khoironi, S Anggoro, dan Sudarno, The existence of microplastic in Asian green mussels, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **131** (2018) 012050 doi :10.1088/1755-1315/131/1/012050 International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy IOP Publishing

A. Turner and L. Holmes, Mar. Pollut. Bull., 2011, 62, 377–381.

Ainul Fitri Ichlasia (2017) *Studi Awal Mikroplastik Pada Kerang Darah (Anadara granosa) Dari Tambak Lorok Semarang*. Other thesis, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata

Alexander S. Tagg,††Melanie Sapp,‡Jesse P. Harrison,§and Jesu's J. Ojeda*,2015,†Identification and Quantification of Microplastics in Wastewater Using Focal Plane Array-Based Reflectance Micro-FT-IR Imaging Anal. Chem. 2015, 87, 6032-6040 DOI: 10.1021/acs.analchem.5b00495

Bancin, L.J.; Walther, B.A.; Lee, Y.-C.; Kunz, A. Two-dimensional distribution and abundance of micro- and mesoplastic pollution in the surface sediment of Xialiao Beach, New Taipei City, Taiwan. *Mar. Pollut. Bull.* **2019**, *140*, 75–85. [[CrossRef](#)]

Boucher J, Friot D. 2017. *Primary Microplastics in the Oceans : a Global Evaluation of Sources*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). Gland, Switzerland.

Cordova, M.R., AIS Purwiyanto, dan Y Suteja, 2019, [Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia](#), *Marine pollution bulletin* 142, 183-188
<https://europepmc.org/article/med/31232293>

Derya Sampling Microplastics in Beach Sediments and Analysis Using FTIR Spectroscopy Bachelor Degree Thesis Materials Processing Technology Arcada University of Applied Sciences

Doyle, J. J., Ward, J. E., & Mason, R. (2015). An examination of the ingestion, bioaccumulation, and depuration of titanium dioxide nanoparticles by the blue mussel (*Mytilus edulis*) and the eastern oyster (*Crassostrea virginica*). *Marine Environmental Research*, *110*, 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.07.020>

Dris, Rachid, Hannes K. Imhof, Martin G. J. Löder, Johnny Gasperi, Christian Laforsch, dan Bruno Tassin. (2018). Microplastic Contamination in Aquatic Environments An Emerging Matter of Environmental Urgency. in *Microplastic Contamination in Aquatic Environments An Emerging Matter of Environmental Urgency*. hal. 51–93. doi: 10.1016/B978-0-12-813747-5.00003-5.

F. Alam, and M. Rachmawati, "Perkembangan Penelitian Mikroplastik di Indonesia," *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, vol. 17, no. 3, pp. 344-352, Nov. 2020. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i3.344-352>

Frias, J. P., Gago, J., Otero, V., and Sobral, P. (2016). Microplastics in coastal sediments from Southern Portuguese shelf waters. *Mar. Environ. Res.* *114*, 24–30. doi: 10.1016/j.marenvres.2015.12.006

from China. *Environ. Pollut.* **207**, 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.09.018>

Ghosal, S.; Chen, M.; Wagner, J.; Wang, Z.-M.; Wall, S. Molecular identification of polymers and anthropogenic particles extracted from oceanic water and fish stomach—A Raman micro-spectroscopy study. *Environ. Pollut.* **2017**, *233*, 1113–1124. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Jung, Melissa, Melissa R. Jung, F. David Horgen, Sara V Orski, Viviana Rodriguez C, Kathryn L. Beers, George H. Balazs, T. Todd Jones, Thierry M. Work, Kayla C. Brignac, dan Sarah-jeanne Royer. (2017). Validation of ATR FT-IR to identify polymers of plastic marine debris , including those ingested by marine organisms. *Marine Pollution Bulletin.* *127*. hal. 704–716. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.12.061

Khoironi A, Anggoro S, Sudarno S. 2018. The existence of microplastic in Asian green mussels. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* *131*(1). doi :10.1088/1755-1315/131/1/012050 International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy IOP Publishing

Kunz, A.; Walther, B.A.; Löwemark, L.; Lee, Y.-C. Distribution and quantity of microplastic on sandy beaches along the northern coast of Taiwan. *Mar. Pollut. Bull.* **2016**, *111*, 126–135. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Lee, H.; Kunz, A.; Shim, W.J.; Walther, B.A. Microplastic contamination of table salts from Taiwan, including a global review. *Sci. Rep.* **2019**, *9*, 10145. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Li, J.; Yang, D.; Li, L.; Jabeen, K.; Shi, H. , 2015, Microplastics in commercial bivalves from China. *Environ. Pollut.*, 207, 190–195. [[CrossRef](#)]

Li, J.; Qu, X.; Su, L.; Zhang, W.; Yang, D.; Kolandhasamy, P.; Li, D.; Shi, H., 2016, Microplastics in mussels along the coastal waters of China. *Environ. Pollut.* 214, 177–184. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Li J, Liu H, Paul Chen J. , 2018, Microplastics in freshwater systems: a review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water Res.* 137:362–74. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.12.056>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135417310515?via%3Dihub>

Lusher, A. L., McHugh, M., & Thompson, R. C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin.* 67(1–2), P.94–99.

Lusher, Amy, N. A. Welden, P. Sobral, dan M. Cole. (2017a). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Analytical Methods.* 9(9). hal. 1346–1360. doi: 10.1039/c6ay02415g.

Lusher, Peter Hollman, dan Jeremy Mendoza Hill. (2017b). Microplastics in fisheries and aquaculture. Rome: FAO. Tersedia pada: <http://www.fao.org/in-action/globefish/fisheryinformation/resource-detail/en/c/1043135/>

M. A. Browne, T. S. Galloway and R. C. Thompson, *Environ. Sci. Technol.*, 2010, 44, 3404–3409.
Masura J., Baker J., Foster G., Arthur C. 2015. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment.* National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA Technical Memorandum NOSOR&R-48.

Masyarakat Berbasis Aset (Studi Kasus: Desa Nambangan Cumpat, Surabaya). *Marine*

Mauludy, M.S., A. Yunanto & D. Yona.. 2019. Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada.* 21 (2): 73-78. DOI 10.22146/jfs.45871

1. Naji , A., Marzieh Nuri dan A. DickVethaak, 2018, Microplastics contamination in molluscs from the northern part of the Persian Gulf, *Environmental Pollution Volume 235*, Pages 113-120

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.046>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749117328439>

Neves, D.; Sobral, P.; Ferreira, J.L.; Pereira, T. Ingestion of microplastics by commercial fish o_ the Portuguese coast. *Mar. Pollut. Bull.* 2015, 101, 119–126. [[CrossRef](#)]
Neves, et all , 2015 filter feeder

Nikoletta Digkaa , Catherine Tsangaris, Michele Torreb , Aikaterini Anastasopouloub, Christina Zeria, *Marine Pollution Bulletin* 135 (2018)

Nor, N.H.M., Obbard, J.P. 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove system. *Marine Pollution Bulletin* Vol.79. P.278-283.

Nurul Istiqomah, 2020 , Pemanfaatan Media Cangkang Kerang Sebagai Filter Tambak Untuk Mereduksi Mikroplastik Pada Air Laut , Skripsi Proqram Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya <http://digilib.uinsby.ac.id/43432/>

Plastic Europe. (2018). An Analysis of European Plastics Production, Demand, and Waste Data. Tersedia pada:

https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf.

Pungut dan Sri Widyastuti, 2019, Kadar Kalsium Kerupuk Samiler Fortifikasi Nano Kalsium Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa Liin), Prosiding Seminar Nasional Hasil Riset dan Pengabdian II Universitas PGRI Adi Buana Surabaya halaman

Qu, Xiaoyun, Lei Su, Hengxiang Li, Mingzhong Liang, dan Huahong Shi. (2018). Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels. *Science of the Total Environment*. 621. hal. 679–686. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.284

Rakesh. P., Charmi P., S.K. Rajesh. 2014. Quantitative Analytical applications of FT-IR Spectroscopy in Pharmaceutical and Allied Areas. *J. Adv Pharmacy Edu*. Vol 4(2): 145-157.

Ratnawati *et al.*, 2014, Penilaian Hedonik dan Perilaku Konsumen Terhadap *Snack* Yang Difortifikasi Tepung Cangkang Kerang Samping (*Amusium* sp.), *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)* XV (2): 88-103 ISSN: 0853-6384 <https://jurnal.ugm.ac.id/jfs/article/view/9108>

Rochman, Chelsea M., Akbar Tahir, Susan L. Williams, Dolores V. Baxa, Rosalyn Lam, Jeffrey T. Miller, Foo Ching Teh, Shinta Werorilangi, dan Swee J. Teh. (2015a). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and 76 bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*. 5(September). doi: 10.1038/srep14340.

Rochman, Chelsea M., Carlos Manzano, Brian T. Hentschel, Staci L. Massey Simonich, dan Eunha Hoh. (2013). Polystyrene Plastic: A Source and Sink for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Marine Environment. *Environ. Sci. Technol.* 47(24). hal. 13976– 13984. doi: 10.1021/es403605f.Polystyrene.

Rochman, S. M. Kross, Jonathan B. Armstrong, Michael T. Bogan, Emily S. Darling, Stephanie J. Green, Ashley R. Smyth, dan Diogo Veríssimo. (2015b). Scientific Evidence Supports a Ban on Microbeads. *Environmental Science and Technology*. 49(18). hal. 10759–10761. doi: 10.1021/acs.est.5b03909

Sawiji, A., & Perdanawati, R. A. (2017). Pemetaan Pemanfaatan Limbah Kerang dengan Pendekatan Masyarakat Berbasis Aset (Studi Kasus: Desa Nambangan Cumpat, Surabaya). *Marine Journal*, 3(1), 10–19 <http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/marine/article/download/345/290/>.

Shim, Won Joon, Sang Hee Hong, dan Soeun Eo. (2018). Marine Microplastics: Abundance, Distribution, and Composition. . *Microplastic Contamination in Aquatic Environments*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-813747-5.00001-1.

Sidoarjo Dalam Angka, 2021, Produksi Penangkapan Ikan Laut di Sidoarjo Jawa Timur Menurut Jenisnya per Kecamatan 2018 (Kg) 5 842 400 Update terakhir Oktober 2019 <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=total&i=2>.

Silva AB, Bastos AS, Justino CIL, da Costa JP, Duarte AC, RochaSantos TAP. 2018;Microplastics in the environment: challenges in analytical chemistry - a review. *Anal Chim Acta*. 1017:1–19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003267018302587?via%3Dihub>

Song, Young Kyoung, Sang Hee, Mi Jang, Gi Myung, Manviri Rani, Jongmyoung Lee, dan Won Joon. (2015). A comparison of microscopic and spectroscopic identification methods for analysis of microplastics in environmental samples. *Marine Pollution Bulletin*. hal. 1–8. doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.01.015

Sri Widyastuti and Intan Ayu Kusuma P, 2017, Synthesis and characterization of CaCO₃ (calcite) nano particles from cockle shells (*Anadara granosa* Linn) by precipitation method American Institute of Physics (AIP) Conference Proceedings 1855, 030018 (2017); doi: 10.1063/1.4985488 View online: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4985488> <http://aip.scitation.org/toc/apc/1855/1> <http://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.4985488>

Ulrike Braun et al, 2018, Microplastics Analytics Sampling, Preparation and Detection Methods, Discussion Paper Plastic in Environment

Van Cauwenberghe, L.; Claessens, M.; Vandegehuchte, M.B.; Janssen, C.R. Microplastics are taken up by mussels (*Mytilus edulis*) and lugworms (*Arenicola marina*) living in natural habitats. *Environ. Pollut.* **2015**, 199, 10–17. [[CrossRef](#)]

Y. K. Song, S. H. Hong, M. Jang, G. M. Han and W. J. Shim, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 2015, 69, 279–287.

Zarfl, C., 2019, Promising techniques and open challenges for microplastic identification and quantification in environmental matrices, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* Volume 411, pages 3743–3756. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-019-01763-9>

Zhao, Shiye, Lixin Zhu, Lei Gao, dan Daoji Li. (2018). Limitations for Microplastic Quantification in the Ocean and Recommendations for Improvement and Standardization. in *Microplastic Contamination in Aquatic Environments*. Oxford: Elsevier Inc. hal. 27– 49. doi: 10.1016/B978-0-12-813747-5.00002-3.