
Identifikasi Mikroplastik di Udara: Upaya Penanggulangan *False Solution Plastic Management*

✉ M. Zaid Fathulloh, Muhammad Rizqi Minanurrohman & Rif'atul Mahmudah
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang menyumbang sampah plastik terbanyak kedua di dunia. Beberapa produsen mulai memberikan solusi terhadap banyaknya sampah plastik tersebut akan tetapi solusi tersebut dinilai masih memberikan dampak negatif yang lebih buruk sehingga disebut dengan *False Solution Plastic Management*. Salah satu dampak dari *False Solution* yaitu pencemaran udara berupa mikroplastik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi adanya mikroplastik di udara dan jumlah polutan PM 2.5 di sekitar hasil pengolahan sampah plastik. Penelitian ini menggunakan metode *Purposive Random Sampling*. Pengambilan sampel berada di dua tempat yang berbeda yaitu pada pabrik daur ulang dan timbunan sampah. Hasil menunjukkan terdapat mikroplastik pada dua tempat tersebut. Jumlah mikroplastik yang teridentifikasi sebanyak 1258. Jumlah tersebut didominasi oleh jenis mikroplastik fiber. Penelitian ini juga mengukur jumlah polutan PM 2.5 yang berada di sekitar tempat pengambilan sampel. Nilai PM 2.5 pada pabrik daur ulang sebesar $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan pada timbunan sampah $1876 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kata kunci: Mikroplastik, *False Solution*, Udara, PM 2.5

Identification of Microplastics in the Air Around *False Solution Plastic Management*

ABSTRACT

Indonesia is a country that contributes the second most plastic waste in the world. Several manufacturers have begun to provide solutions to the large amount of plastic waste. However, this solution is still considered to have a worse negative impact, so it is called *False Solution Plastic Management*. One of the impacts of *False Solution* is air pollution in the form of microplastics. The purpose of this study was to identify the presence of microplastics in the air and the amount of PM 2.5 pollutants around the results of processing plastic waste. This research uses *purposive random sampling method*. Sampling was in two different places, namely at the recycling plant and waste generation. The results showed that there were microplastics in these two places. The number of identified microplastics was 1258. The number was dominated by the type of microplastic fiber. This study also measured the amount of PM 2.5 pollutant in the vicinity of the sampling site. The value of PM 2.5 in the recycling plant is $25 \text{g}/\text{m}^3$ and $1876 \text{g}/\text{m}^3$ for waste generation.

Keywords: *Microplastic*, *False Solution*, Air, PM 2.5

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara penyumbang sampah plastik terbanyak di dunia dan bahkan menempati urutan kedua di dunia (Priliantini, 2020). Menurut data yang diperoleh dari Asosiasi industri plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), terdapat fakta yang sangat mengejutkan bahwa di Indonesia sendiri tidak kurang dihasilkan sekitar 64 juta ton/tahun sampah, dimana 3,2 juta ton diantaranya adalah merupakan sampah

plastik. Menurut sumber yang sama setidaknya setiap tahunnya ada sekitar 10 miliar lembar sampah plastik atau jumlah ini sama dengan 85.000 ton kantong plastik dibuang ke lingkungan (Wahyudi, 2018). Plastik masih sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat di Indonesia. Selain bahannya yang tidak mahal, plastik tidak mudah lapuk, ringan, dan anti-karat. Walaupun demikian, tumpukan sampah plastik dapat meng-

✉ Corresponding author :
Address : Malang, Jawa Timur
Email : mzaidfathulloh@gmail.com

ganggu lingkungan karena bersifat non-biodegradabel. Sifat tersebut menjadikannya penyumbang limbah terbesar yang dapat menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan (Asia & Arifin, 2017). Kurangnya pengetahuan masyarakat akan dampak negatif dari limbah plastik dan disamping itu pengolahan sampah plastik yang masih belum baik mengakibatkan sampah plastik semakin hari semakin meningkat. Pengolahan sampah plastik yang hanya dibuang atau dibakar dengan suhu rendah dapat menyebabkan atau menghasilkan senyawa yang sangat berbahaya yang bersifat karsinogen seperti *dibenzodioxins* dan *Polychlorinated dibenzofurans* yang dalam jangka Panjang dapat menyebabkan kanker. Di Indonesia sendiri jenis sampah plastik yang paling banyak digunakan adalah jenis plastik LDPE yaitu merupakan jenis sampah plastik seperti kantong kresek, plasrik pembungkus makanan dan juga plastik tipis lainnya (Mogot, 2020).

Pengelolaan sampah terutama sampah plastik belum terselesaikan hingga saat ini. Masih banyak orang yang menggunakan plastik sekali pakai sehingga membuat sampah plastik semakin bertambah hari demi hari. Hal tersebut dikarenakan plastik memiliki keunggulan dibandingkan dengan material yang lain. Akan tetapi, ketika plastik menjadi sampah akan berdampak negatif pada lingkungan karena perlu waktu yang lama untuk terurai sehingga dapat menurunkan kesuburan tanah. Sampah plastik yang dibakar juga akan mengeluarkan zat-zat ke udara yang berbahaya bagi manusia. Pengelolaan sampah yang paling umum selama ini yaitu 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). *Reduce* yaitu mengurangi pemakaian plastik terutama plastik sekali pakai. *Reuse* yaitu memakai kembali barang yang masih dapat dipakai terutama plastik. *Recycle* yaitu mengolah kembali atau mendaur ulang sampah plastik yang dianggap tidak mempunyai nilai ekonomis menjadi produk yang dapat digunakan lagi (Surono & Ismanto, 2016). Meskipun pengelolaan sampah melalui 3R masih digunakan hingga saat ini, tetapi pengelolaan tersebut dinilai masih memiliki kelemahan. Semakin berkembangnya

teknologi, para produsen menemukan cara untuk mengolah sampah yang terbuat dari plastik menjadi beberapa barang yang berguna seperti mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (Arwizet, 2017) dan mengolah sampah plastik menjadi bata plastik (Maukar, 2019). Meskipun solusi tersebut dapat mengurangi jumlah sampah plastik yang menumpuk, namun hasil pengolahan tersebut dinilai masih memiliki dampak negatif pada lingkungan sehingga disebut sebagai *False Solution Management*.

False solution management sendiri merupakan solusi atau upaya dalam manajemen sampah plastik, strategi tersebut diperlukan dalam mencegah meningkatnya jumlah sampah plastik yang semakin hari semakin meningkat. Bentuk-bentuk dari strategi atau solusi dalam manajemen sampah plastik adalah mengolah sampah plastik menjadi barang-barang yang berguna seperti ecobrick, pengolahan plastik menjadi bahan campuran aspal, plastik menjadi bahan campuran batako, pengolahan daur ulang plastik menjadi ember dan manajemen plastik pada timbulan sampah. Menurut Purwaningrum (2016) bahwa sampah plastik juga dapat dirubah menjadi bahan bakar cair atau gas melalui proses pirolisis. Penelitian tentang pemanfaatan limbah plastik juga dilakukan oleh Suryadi (2020) yang mendaur ulang limbah plastik dari bahan PET dan PP untuk dijadikan suatu produk klem pemegang pipa paralon dengan cara *compression molding* dengan tujuan mengurangi beban lingkungan dan meningkatkan nilai tambah limbah plastik menjadi benda yang bermanfaat. Namun dalam solusi yang ditawarkannya terkadang menimbulkan masalah baru seperti menghasilkan produk samping berupa residu selain itu menurut Karuniastuti (2013) penggunaan plastik yang tidak sesuai persyaratan akan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, karena dapat mengakibatkan pemicu kanker dan kerusakan jaringan pada bagian tubuh manusia (karsinogenik). hal tersebut dikarenakan plastik lama kelamaan akan terdegradasi dan mengeluarkan zat-zat karsinogenik meliputi PM 2.5 (Andriani, 2020).

PM 2.5 merupakan partikel padat atau cair yang tersuspensi di udara dengan ukuran diameter partikelnya lebih kecil atau sama dengan 2.5 mikrometer. PM 2.5 dapat terbentuk dari berbagai kegiatan manusia seperti merokok, memasak, membakar sampah, dan memanaskan ruangan (Li & Biswas, 2017). PM 2.5 dapat dikatakan sebagai pencemaran udara yang disebabkan oleh manusia dan alam (Vaicdan, dkk., 2019). PM 2.5 dapat terjadi secara primer dan sekunder. PM 2.5 secara primer merupakan polutan yang secara langsung dipancarkan ke atmosfer seperti kegiatan industri, asap kendaraan bermotor, dan kebakaran hutan. Sedangkan untuk PM 2.5 secara sekunder merupakan polutan yang dipancarkan secara tidak langsung ke atmosfer yang dihasilkan dari reaksi substansi seperti ozon (JAMA, 2011). Berdasarkan penelitian Zheng, dkk. (2015) PM 2.5 memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia jika terpapar terlalu lama. Dampak dari lama terpapar PM 2.5 seperti kardiovaskuler, penyakit pernafasan dan kanker paru-paru. PM 2.5 juga berdampak pada fotosintesis tumbuhan. PM 2.5 dapat menghalangi stomata pada daun sehingga pernafasan pada tumbuhan terganggu (Wang, dkk., 2019).

PM 2.5 juga terkandung mikroplastik di dalamnya. Mikroplastik sendiri merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran kurang dari 5 mm. Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti namun kebanyakan penelitian mengambil objek partikel dengan ukuran minimal $300 \mu\text{m}^3$. Mikroplastik terbagi lagi menjadi kategori ukuran, yaitu besar (1-5 mm) dan kecil (Victoria, 2017). Berdasarkan tipenya mikroplastik dapat dibagi menjadi 5 yaitu fragmen (partikel yang tidak beraturan seperti serpihan atau potongan mikroplastik), serat (contohnya filamen atau benang), manik-manik (contohnya Biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro), Busa (contohnya Polistrien) dan Butiran (contohnya Butiran resinat, nurdles.) (Widianarko & Hartono, 2018). Mikroplastik fragmen merupakan hasil dari potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang

sangat kuat (Dewi, dkk., 2019). Mikroplastik film atau filamen berasal dari bungkus makanan dan mikroplastik fiber atau benang berasal dari kain sintesis dan alat tangkap seperti jarring ikan dan tali pancing (Yona, dkk., 2019).

Sumber mikroplastik terdiri dari dua sumber, yakni sekunder dan primer. Menurut Anggiani (2020) Mikroplastik primer dibuat oleh industri untuk produk tertentu seperti kosmetik, pasta gigi, sabun, dan deterjen sedangkan Mikroplastik sekunder berasal dari plastik ukuran besar yang telah terdegradasi alam menjadi partikel lebih kecil. Karena ukurannya yang kecil, keberadaan dari mikroplastik di lingkungan menimbulkan kekhawatiran akan dikonsumsi organisme, terutama biota laut dan sungai yang berukuran kecil yang nantinya juga akan berdampak kepada manusia melalui rantai makanan.

Mikroplastik terbentuk dari proses degradasi plastik sehingga ukuran dari mikroplastik sendiri sangat kecil. Degradasi polimer plastik dikarenakan adanya beberapa faktor seperti suhu, kontaminasi bahan kimia, dan faktor lain yang dapat memutus ikatan polimer plastik yang sangat kuat. Terputusnya ikatan pada polimer plastik membuat ukuran dan berat plastik semakin kecil. Karena ukuran yang kecil mikroplastik ada di lingkungan baik udara, tanah, air tawar, laut. Karena ukurannya yang kecil, mikroplastik dapat dihirup dan dapat menyebabkan lesi pada sistem pernapasan yang tergantung pada kerentanan individu dan sifat partikel. Meskipun mikroplastik di udara adalah topik baru, beberapa penelitian observasional telah melaporkan menghirup plastik fi partikel, terutama pada pekerja yang terpapar, sering disertai dengan dispnea yang disebabkan oleh saluran napas dan saluran interstisial fl respon inflamasi (Prata, 2018).

Dris et al. (2017) menyelidiki serat di udara dalam dan luar ruangan, serta debu yang mengendap di dalam ruangan. Tiga lokasi dalam ruangan yang terdiri dari dua apartemen dan satu kantor dipilih di dalam kawasan perkotaan Paris yang padat. Udara luar diambil sampelnya dekat lokasi kantor

yang juga merupakan tempat pemantauan TAF. Sebuah pompa mengambil sampel 8 L/menit udara dalam ruangan ke filter serat kuarsa (1,6 μm). Volume sampel bervariasi tergantung pada keberadaan penghuni. Metode yang sama digunakan untuk penilaian udara luar. Secara keseluruhan, konsentrasi dalam ruangan berkisar antara 1,0 hingga 60 serat/ m^3 . Konsentrasi di luar ruangan secara signifikan lebih rendah, berkisar antara 0,3 dan 1,5 serat/ m^3 . Tingkat deposisi serat di lingkungan dalam ruangan berkisar antara: 1.586 dan 11.130 serat/ m^2 /hari. Debu yang mengendap dikumpulkan dengan menggunakan penyedot debu konvensional dan analisis mengungkapkan konsentrasi serat mulai dari 190 hingga 670 serat/mg

Mengingat dampak dan bahaya dari mikroplastik, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahaya dari pengolahan limbah plastik yang dikelola dengan tidak selain itu juga untuk mengetahui apakah terdapat mikroplastik di udara dan jumlah polutan PM2.5 di udara.

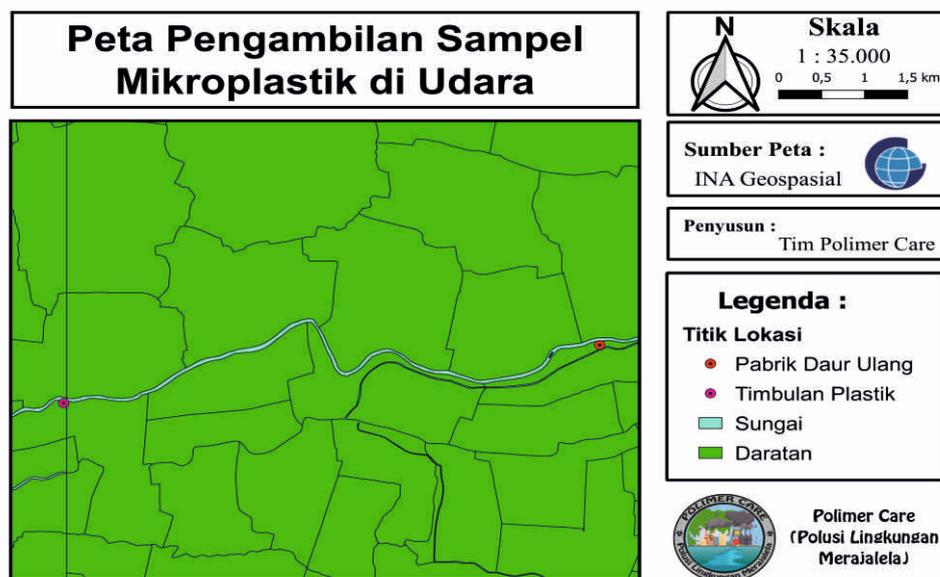
METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua titik lokasi pada *False Solution Plastic Management* seperti pada timbulan sampah plastik di Kedunganyar, Wringinanom dan juga

Pabrik daur ulang limbah plastik menjadi ember dan alat-alat berbahan plastik lainnya yang berada di Balongbendo, kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini menggunakan metode Purposive Random Sampling dalam menentukan titik lokasi pengambilan sampel sehingga memungkinkan untuk mendapat jenis mikroplastik yang beragam pada tempat tersebut. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada peta dibawah ini.

Alat-alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah cawan petri, kertas saring, particle counter HT-9600, Anemometer dan Mikroskop Pengambilan sampel di udara dimulai dengan cara digunting kertas saring sesuai ukuran cawan petri. Selanjutnya diukur arah mata angin menggunakan alat anemometer dan PM 2.5 dengan particle counter. Cawan petri yang telah dilapisi oleh kertas saring diletakkan di beberapa tempat sesuai arah mata angin yang telah dikur sebelumnya. Peletakan cawan petri diusahakan dekat dengan insenerator atau sumber pembakaran sekitar radius $\pm 50-150$ m selama 1 hingga 2 jam. Lalu cawan petri ditutup dengan penutup cawan petri atau bisa menggunakan aluminium foil agar tidak terkontaminasi. Sampel selanjutnya diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo perbesaran 1,5x.



Sumber: Data Primer, 2021

Gambar 1.

Peta lokasi pengambilan sampel

Mikroplastik diidentifikasi berdasarkan jenis dari mikroplastik tersebut diantaranya yaitu fragmen, filamen, fiber, granul, foam, dan pellet. Mikroplastik yang teridentifikasi kemudian diambil menggunakan jarum dan diukur panjang mikroplastik tersebut. Setelah didapatkan jenis dan jumlah mikroplastik selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan nilai kelimpahan dari mikroplastik.

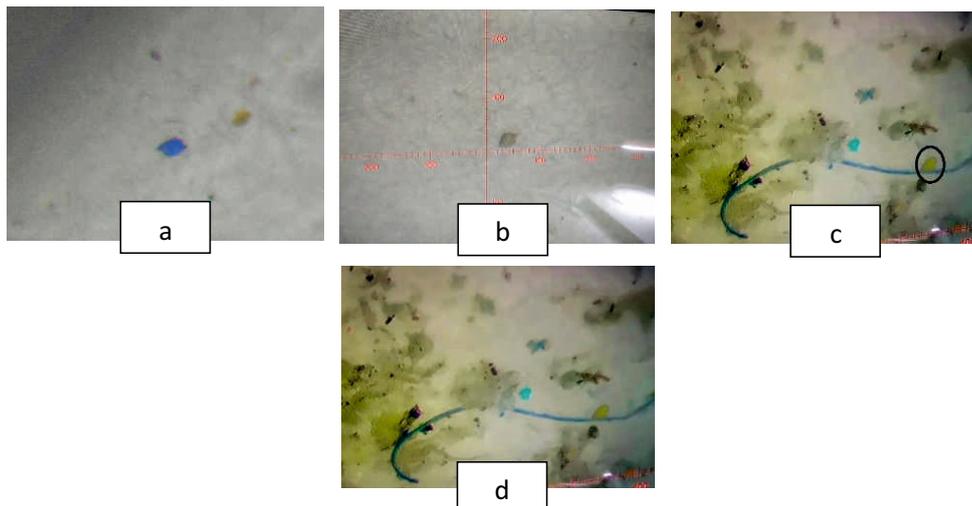
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada semua titik lokasi pengambilan sampel udara, semua sampel positif terkontaminasi oleh mikroplastik. Hasil yang ditemukan pada saat proses identifikasi yaitu di temukan 4 jenis mikroplastik, jenis mikroplastik yang ditemukan antara lain jenis fiber, filament, fragmen, dan juga granula. Pada lokasi pabrik daur ulang limbah plastik menjadi barang-barang seperti ember dan juga lainnya, yang dalam prosesnya menggunakan mesin pencacah sampah atau limbah plastik menjadi pecahan-pecahan kecil juga dapat menghasilkan masalah baru, yakni mikroplastik. Mikroplastik sendiri dihasilkan dari plastik yang terdegradasi menjadi remahan-remahan kecil berukuran kurang dari 5 mm. Jenis mikroplastik yang dapat diidentifikasi pada pabrik daur ulang limbah plastik yang paling dominan adalah jenis mikroplastik fiber, dimana mikroplastik jenis fiber bersumber dari bahan tekstil baik kain maupun serat lainnya. Hal ini juga seperti yang diungkapkan oleh Kershaw (2016) bahwa mikroplastik jenis fiber Sumber utama mikroplastik jenis fiber adalah dari sektor tekstil dan pakaian. Dalam proses pencucian pakaian akan menghasilkan sejumlah serat pakaian yang akan dikeluarkan dan dibuang ke perairan sehingga meningkatkan partikel mikroplastik. Hal tersebut juga dikuatkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nor and Obbard (2014) yang melakukan penelitian di mangrove Singapura pada lokasi yang berdekatan dengan aktivitas warga, seperti dari peternakan ikan dan area rekreasi pantai dan didapatkan jenis mikroplastik yang paling banyak adalah jenis fiber.

Sedangkan pada timbulan sampah yang berada di Kedunganyar wringinom yang

saat ini pengolahannya hanya dengan dibakar langsung, hal ini tentu saja sangat berbahaya karena dalam limbah plastik didalamnya banyak terkandung berbagai zat kimia yang berbahaya. Hal ini juga diungkapkan oleh Purwaningrum (2016) bahwa asap hasil pembakaran bahan plastik sangat berbahaya karena mengandung gas-gas beracun seperti hidrogen sianida (HCN) dan karbon monoksida (CO). Hidrogen sianida berasal dari polimer berbahan dasar akrilonitril, sedangkan karbon monoksida sebagai hasil pembakaran tidak sempurna. Hal inilah yang menyebabkan sampah-sampah plastik sebagai salah satu penyebab pencemaran udara dan mengakibatkan efek jangka panjang berupa pemanasan secara global pada atmosfer bumi. Jenis mikroplastik yang paling dominan adalah jenis mikroplastik jenis filament. Hal ini dikarenakan lokasi timbulan sampah yang berada dilokasi pemukiman warga dimana kebanyakan dari warga biasanya banyak menggunakan plastik jenis kantong kresek, plastik pembungkus makanan yang tidak lain itu merupakan salah satu plastik yang nantinya akan terdegradasi menjadi mikroplastik jenis filament. Hal ini juga sependapat dengan Syachbudi (2020) bahwa mikroplastik jenis filamen bersumber dari kantong-kantong plastik tipis yang memiliki densitas rendah atau sangat kecil.

Ebere (2019) menyatakan hal yang serupa mengenai mikroplastik jenis filamen, yaitu bentuk filament atau film memiliki bentuk berupa lembaran tipis dan bersifat fleksibel. Hal tersebut sependapat dengan pernyataan Rahamadhani (2019) bahwa mikroplastik jenis film merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari kantong plastik atau plastik kemasan makanan yang mempunyai densitas rendah. Film sendiri memiliki densitas paling rendah dibandingkan dengan jenis mikroplastik yang lainnya sehingga mikroplastik jenis ini lebih mudah ditransportasikan. Pendapat itu juga diperkuat dengan pernyataan dari (Dewi et al., 2015) yang menyatakan bahwa mikroplastik film/filamen merupakan jenis yang tidak beraturan dan lebih transparan. Jenis mikroplastik film ini sangat mudah terbawa arus pasang surut karena memiliki densitas yang rendah. Mikroplastik yang berhasil diidentifikasi dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Data Primer, 2021

Gambar 2.

**Jenis-jenis mikroplastik yang ditemukan
a)Fragmen, b) Fiber, c) Filamen, d) Granula**

Pada Tabel 2 juga dapat diketahui jumlah total mikroplastik yang ditemukan pada pabrik daur ulang yang ada di Balongbendo kabupaten sidoarjo 1243 partikel/ m^3 dengan jenis yang paling banyak adalah fiber . Jumlah mikroplastik dari sampel udara di pabrik daur ulang limbah plastik sangat banyak dikarenakan saat peletakan alat untuk mengambil sampel berada dibawah pohon pisang yang tumbuh disekitar pabrik yang pada daunnya terdapat debu-debu serta partikel-partikel mikroplastik yang berasal dari asap pabrik. sedangkan pada timbulan plastik yang berada di Kedunganyar di kecamatan wringinanom, kabupaten Gresik sebanyak 15 partikel/ m^3 dengan jenis filamen yang paling mendominasi. jumlah mikroplastik pada timbulan lebih sedikit dibandingkan dengan pabrik daur ulang dikarenakan pada saat proses pembakaran tidak hanya sampah plastik yang dibakar namun juga terdapat sampah lainnya seperti sampah organik, berbeda pada pabrik daur ulang yang diolah dan dibakar adalah mayoritas limbah plastik.

Selain jumlah mikroplastik yang menjadi parameter dalam menganalisis tentang pencemaran udara, PM 2.5 juga menjadi salah satu parameter dalam penelitian kali ini. Pada tabel dapat dilihat bahwa nilai PM 2.5 pada timbulan sampah lebih banyak dibandingkan dengan yang ada pada pabrik daur ulang limbah plastik. hal ini dikarenakan saat pengujian PM 2.5 terjadi

pembakaran sampah sehingga terdeteksi banyak partikel kecil pada area sekitar timbulan sampah tersebut. Sebaliknya pada pabrik daur ulang pengujian PM 2.5 jauh dari cerobong asap sehingga nilai PM 2.5 lebih sedikit. selain itu ukuran PM 2.5 yang berukuran 2.5 mikron atau lebih kecil menyebabkan nilai PM 2.5 tidak mengindikasikan jika nilai PM 2.5 lebih besar maka mikroplastik pada area tersebut lebih banyak hal ini juga karena yang tertangkap pada sensor alat pengukur PM 2,5 bukan hanya mikroplastik saja namun juga partikel-partikel lainnya.

PM 2,5 sendiri merupakan partikel yang berukuran 2.5 mikron. hal ini juga sependapat dengan Budiyo (2011) PM 2.5 merupakan sebutan untuk partikel yang berukuran 2.5 mikron atau lebih kecil. Menurut Novirsa (2012) PM2.5 dapat secara leluasa masuk ke dalam saluran pernapasan dan mengendap di alveoli. PM2,5 yang berasal dari kegiatan industri biasanya mengeluarkan berbagai material logam berat dan sulfur dioksida. Environmental Protection Agency dalam World Bank mengestimasi 90% dari PM2.5 yang dikeluarkan ke udara mengandung sulfur dioksida (SO). Selain itu, risiko pajanan PM 2.5 muncul pada daerah dengan radius 500-1.000 meter, 1.500-2.000 meter dan 2.000-2.500 meter, sedangkan daerah dengan radius 0-500 meter memiliki risiko yang lebih kecil. Risiko ini berbanding lurus dengan tingkat konsentrasi PM2.5 dan

Tabel 2
Jumlah mikroplastik dan nilai PM 2.5

No	Sampel	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Jenis Mikroplastik				Total
			Fragmen	Filamen	Fiber	Granula	
1	Pabrik Daur Ulang Timbulan	29	70	125	1041	7	1243
2	Sampah Kedunganyar	1876	1	11	3	0	15
Total			71	139	1044	7	1261

Sumber: Data Primer, 2021

Tabel 3
Dampak kesehatan yang diakibatkan oleh PM2.5

Level PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Efek Kesehatan
0 - 12	Tidak ada risiko yang ditimbulkan
12,1 - 35,4	Individu sensitif kemungkinan mengalami gejala pernapasan
35,5 - 55,4	Meningkatnya gejala pernapasan, penyakit jantung & paru-paru
55,5 - 150,4	Meningkatnya risiko penyakit jantung, kematian dini bagi penderita kardiopulmoner dan meningkatkan risiko pernapasan populasi umum
150,5 - 250,4	Peningkatan signifikan memburuknya penyakit jantung, paru - paru, kematian dini penderita kardiopulmoner & meningkatnya risiko pernapasan populasi umum
>500,4	Risiko kematian dini, penyakit jantung & paru - paru, populasi umum terancam efek penyakit pernapasan serius

Sumber : U.S. Environmental Protection Agency, 2021

intake. Hal tersebut juga diperkuat oleh (Mukhtar, Rita, et al. 2013) bahwa PM_{2.5} merupakan partikel yang sangat halus sehingga sangat berbahaya karena bisa masuk ke dalam paru-paru. Ukuran yang sangat halus ini juga dapat mengandung berbagai logam berat, dimana logam berat tersebut dapat berupa logam berat dalam bentuk partikel yang dapat mempengaruhi Kesehatan manusia jika sampai masuk kedalam pernafasan dan kemudian menembus paru-paru manusia. Hal tersebut dapat menimbulkan berbagai macam penyakit saluran pernafasan seperti ISPA, gejala anemia, hambatan dalam pertumbuhan, sistem kekebalan tubuh menjadi lemah, gejala autisme, kanker, bahkan juga bisa menyebabkan kematian dini. Indeks ambang batas dan bahaya PM 2.5 terhadap kesehatan ditampilkan pada Tabel 3.

Hasil penelitian bahwa pada pabrik pengolahan limbah sampah plastik menunjukkan nilai PM 2.5 sebesar 29 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sedangkan pada lokasi timbulan sampah menunjukkan nilai PM 2.5 sebesar 1876 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Jika data tersebut dibandingkan dengan tabel indeks bahaya PM 2.5 terhadap manusia maka pada lokasi pabrik daur ulang limbah plastik berpotensi menyebabkan individu yang sensitif dan mengalami gejala pernapasan, seperti susah bernapas. Sedangkan pada lokasi timbulan sampah yang nilai PM 2,5 sangat tinggi dan juga berpotensi tinggi, seperti Risiko kematian dini, penyakit jantung & paru - paru, populasi umum terancam efek penyakit pernapasan serius.

Penelitian ini merupakan *preliminary study*, maka perlu untuk dikembangkan dengan metode yang lebih kompleks lagi

seperti menggunakan alat HVAS (*High Volume Air Sample*) untuk pengambilan sampel udara. Selain itu, saat mengidentifikasi mikroplastik juga bisa dikembangkan lagi dengan menggunakan beberapa instrumen seperti FTIR, SEM dan juga Spektroskopi RAMAN sehingga hasil yang didapatkan dapat mendeteksi ke komposisi kimia dari partikel yang dideteksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa udara pada pabrik daur ulang plastik di kecamatan Balongbendo, Sidoarjo dan timbulan sampah di Desa Kedunganyar serta Desa Wringinanom, Gresik yang mengandung mikroplastik. Jenis mikroplastik yang ditemukan berupa fiber, filament, fragment, dan granula. Pada pabrik daur ulang jumlah partikel mikroplastik sebanyak 1243 dan pada timbulan sampah jumlah partikel mikroplastik sebanyak 15. jumlah polutan PM 2.5 di udara yang terdeteksi oleh *particle counter* tertinggi yaitu sebesar 1876 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, R., Hidayah, N., & Hasmina, H. (2020). Hubungan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Keluhan Penyakit Kulit pada Pekerja Daur Ulang Sampah Plastik Kamboja di Kecamatan Wolio Kota Baubau. *Jurnal Kesehatan Global*, 3(2), 69-75.
- Anggiani, Milani. (2020). "Potensi Mikroorganisme Sebagai Agen Bioremediasi Mikroplastik Di Laut." *OSEANA* 45.2: 40-49.
- Arwizet, A. (2017). Mesin Destilasi Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Kondensor Bertingkat Dan Pendingin Kompresi Uap. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 17(2), 75-88.
- Asia & M.Z. Arifin. (2017). Dampak Sampah Plastik Bagi Ekosistem Laut. *Buletin Matric* 14(1): 44-48.
- Ayuingtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., & Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 41-45.
- Budiyono, A. (2011). Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Jurnal LAPAN: Berita Dirgantara*, 1
- Dewi, I. S., Aditya Budiarsa, A., & Ramadhan Ritonga, I. (2015). Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3), 121-131.
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. (2015). Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3).
- Ebere, E. C., Wirnkor, V. A., Ngozi, V. E., & Chukwuemeka, I. S. (2019). *Macrodebris and Microplastics Pollution in Nigeria : First report on Abundance , Distribution and Composition. August*, 1-19.
- Gasperi, J., Wright, S. L., Dris, R., Collard, F., Mandin, C., Guerrouache, M., ... & Tassin, B. (2018). Microplastics in air: are we breathing it in?. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 1-5
- Japan Automobile Manufacture Association, Inc. (2011). PM / PM2.5 in Ambient Air & Related Activities in Japan
- Kershaw, P. J. (2016). Marine Plastic Debris & Microplastics. United Nations Environment Programme.
- Li, J.Y. and Biswas, P. (2017). Optical characterization studies of a low-cost particle sensor. *Aerosol Air Qual. Res.* 17: 1691-1704.
- Li, Y., Wang, Y., Wang, B., Wang, Y., & Yu, W. (2019). The Response Of Plant Photosynthesis And Stomatal Conductance To Fine Particulate Matter (PM 2.5) Based On Leaf Factors Analyzing. *Journal of Plant Biology*, 62(2), 120-128.
- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017). Microplastics In Fisheries And Aquaculture: Status Of Knowledge On Their Occurrence And Implications For Aquatic Organisms And Food Safety. *FAO*.
- Maukar, D. (2019). PKM Bata Plastik Dalam Upaya Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Peningkatan Kreatifitas Dan Sumber Daya Masyarakat Di Kelurahan Maesa Unima Kecamatan Tondano Selatan. *Daya Sains: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2).
- Mogot, R. L., Anom, D., & Kumajas, J. (2020). Destilasi Kering Sampah Plastik Low

- Density Polyethylene (LDPE). Fullerene Journal of Chemistry, 5(1), 5-9.
- Nor, N.H.M. and Obbard, J.P. (2014). Microplastics in Singapore Coastal Mangrove Ecosystems, J. Mar. Pollut. Bull., 79(1-2): 278-283
- Novirsa, Randy, and Umar Fahmi Achmadi. (2012). "Analisis Risiko Paparan PM2, 5 di Udara Ambien Siang Hari terhadap Masyarakat di Kawasan Industri Semen." Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional (National Public Health Journal) 7.4: 173-179.
- Prata, J. C. 2018. Airborne microplastics: Consequences to human health. Environmental Pollution, 234 (November 2017), 115-126. doi: 10.1016/j.envpol.2017.11.043.
- Priyantini, A., Krisyanti, K., & Situmeang, I. V. (2020). Pengaruh Kampanye# PantangPlastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei pada Pengikut Instagram@ GreenpeaceID). Jurnal Komunika: Jurnal Komunikasi, Media dan Informatika, 9(1), 40-51.
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan. Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology, 8(2), 141-147.
- Rahmadhani, F. (2019). Identifikasi dan analisis kandungan mikroplastik pada ikan pelagis dan demersal serta sedimen dan air laut di perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Surono, U. B., & Ismanto, I. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal, 1(1), 32-37.
- Suyadi, S., Pratomo, A. W., Paryono, P., Haryanto, P., & Surindra, M. D. (2020). Pembuatan Klem Pemegang Pipa Peralon dari Limbah Plastik Menggunakan Proses Compression Molding. Jurnal Rekayasa Mesin, 15(3), 220-228.
- US-EPA. (2021). *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)*. <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>
- Vaicdan, F., Chandra, I., & Suhendi, A. (2019). Pengamatan konsentrasi massa PM2. 5 di cekungan udara Bandung Raya. eProceedings of Engineering, 6(1).
- Victoria, A. V. (2017). Kontaminasi mikroplastik di perairan tawar. Teknik Kimia ITB.
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif. Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK, 14(1), 58-67.
- Widianarko, B., & Hartono, I. (2018). Mikroplastik dan seafood. (A. D. Prasetyo, Ed.) (1st ed.). Semarang: Universitas Katolik Soegijaprana.
- Wijaya, B. A., & Trihadiningrum, Y. (2020). Pencemaran meso-dan mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang. Jurnal Teknik ITS, 8(2), G211-G216.
- Zheng, S., Pozzer, A., Cao, C. X., & Lelieveld, J. (2015). Long-term (2001–2012) concentrations of fine particulate matter (PM 2.5) and the impact on human health in Beijing, China. Atmospheric Chemistry and Physics, 15(10), 5715-5725.