

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan dan konsumsi makanan yang dikemas dengan plastik semakin sering ditemukan khususnya pada masyarakat modern. Terbukti dengan meningkatnya produksi plastik secara global dari tahun 1950 sebanyak 1,5 juta ton menjadi 370 juta ton pada tahun 2019 dan setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan (Plastics Europe, 2020). Semakin meningkatnya penggunaan plastik menimbulkan penimbunan sampah plastik yang berdampak terhadap pencemaran lingkungan. Fakta menunjukkan plastik memiliki sifat yang sulit terurai sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk berada di lingkungan seperti tanah dan perairan (Purwaningrum, 2016). Sampah plastik yang berada di lingkungan lama-kelamaan akan dapat terdegradasi dari ukuran besar menjadi partikel-partikel yang lebih kecil dan bisa disebut sebagai mikroplastik (Koelmans *et al.*, 2019).

Penggunaan plastik yang semakin tinggi mampu menyebabkan kontaminasi mikroplastik di berbagai ekosistem seperti air laut, air tawar, dan darat, bahkan hingga di lokasi terpencil (Peixoto *et al.*, 2019). Ditemukan pula kontaminasi mikroplastik di berbagai produk pangan olahan semakin meningkat seiring berjalannya waktu yang mungkin ditambahkan melalui bahan baku, selama proses pengolahan dan bahan pengemas (Jin *et al.*, 2021). Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan no 27 tentang pendaftaran pangan olahan (2017), Pangan Olahan adalah makanan atau minuman hasil proses dengan cara atau metode tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan. Pangan olahan sendiri dapat mencakup pangan olahan yang diproduksi oleh industri rumah tangga, mempunyai masa simpan kurang dari 7 hari, digunakan lebih lanjut sebagai bahan baku, dikemas dalam jumlah besar atau jumlah kecil, pangan siap saji, dan pangan dengan pengolahan minimal.

Beberapa produk makanan yang diketahui telah terdeteksi mikroplastik antara lain makanan laut, makanan kaleng, sayuran, garam, madu, dan gula (Kwon *et al.*, 2020). Ada pula mikroplastik terdeteksi di beberapa produk minuman antara lain

air minum dalam kemasan, bir, susu, teh, dan minuman ringan (Shruti *et al.*, 2020). Oleh karena itu, konsumsi produk pangan olahan dapat menjadi salah satu kemungkinan rute paparan mikroplastik juga ke manusia. Namun, masih diperlukan lebih banyak data yang relevan terkait kontaminasi mikroplastik pada produk pangan olahan lainnya untuk lebih memahami potensi paparan mikroplastik pada manusia melalui konsumsi produk pangan olahan. Hal ini juga dikarenakan masih terdapat kurangnya data cemaran mikroplastik pada produk pangan olahan lainnya yang dimungkinkan mampu terkontaminasi oleh mikroplastik.

Kontaminasi mikroplastik pada produk pangan olahan seperti air minum dalam kemasan (AMDK) dan produk pangan laut yang segar (*seafood*) lebih banyak dibahas akhir-akhir ini. Sedangkan masih jarang pembahasan terkait kontaminasi mikroplastik di produk pangan olahan lainnya. Walaupun telah ditemukan informasi kontaminasi mikroplastik pada produk pangan olahan terkait ukuran, bentuk, jenis polimer, dan konsentrasi (Jin *et al.*, 2021) tetapi masih diperlukan penelitian lebih lanjut karena data yang diperoleh masih bervariasi. Selain itu, *review* mikroplastik terkait sumber dan rute paparan ke produk pangan olahan masih sedikit yang membahas. Oleh karena itu, pada *review* kali ini penulis melakukan pembahasan terkait ukuran, bentuk, jenis polimer, konsentrasi, sumber, dan rute paparan mikroplastik di berbagai produk pangan olahan sehingga untuk menemukan pembaruan dari penelitian terdahulu penulis mengecualikan produk air minum dalam kemasan (AMDK) dan produk pangan laut yang segar tidak dibahas lebih lanjut.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Plastik

Plastik merupakan suatu polimer yang tersusun atas beberapa molekul yang disebut sebagai monomer dan memiliki sifat unik dan luar biasa. Monomer yang tersusun dengan jenis yang sama disebut homopolimer sedangkan monomer yang tersusun dengan jenis berbeda disebut kopolimer (Mujiarto, 2005). Secara umum, plastik

dapat digolongkan menjadi tiga jenis yaitu termoplastik yang ketika dipanaskan akan melunak dan mengeras ketika dingin, plastik termoset adalah jenis plastik yang setelah dibentuk tidak dapat melunak dan elastomer adalah polimer elastis yang apabila mengalami penarikan dapat kembali ke bentuk awal. Jenis plastik termoplastik terdiri dari polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS), politetra fluoroetilen, poliamida (PA), dan polivinil klorida (PVC). Sedangkan jenis plastik termoset terdiri dari resin poliester, resin epoksi, bakelit, dan poliuretan (PU). Sedangkan Elastomer terdiri dari karet dan neopren (Widianarko & Hantoro, 2018). Polimer plastik dapat pula tergolong menjadi beberapa jenis berdasarkan densitasnya dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Densitas Spesifik dan Jenis Polimer

Tipe (Jenis)	Densitas (g/cm ³)
Polietilena (PE)	0,917 - 0,965
Polipropilena (PP)	0,9 - 0,91
Polistirena	1,04 - 1,1
Poliamida (Nilon)	1,02 - 1,05
Poliester	1,24 - 2,3
Akrilik	1,09 - 1,20
Polioksimetilena	1,41 - 1,61
Polivinil Alkohol	1,19 - 1,31
Polivinil Chlorida (PVC)	1,61 - 1,58

Sumber : (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012)

Densitas spesifik pada plastik memiliki jenis yang sangat bervariasi tergantung pada jenis polimer dan proses pembuatannya. Nilai densitas dari plastik biasanya berkisar dari 0,8 hingga 1,4 g/cm³ (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Terdapat beberapa macam polimer yang terkenal seperti polietilena (PE), nilon, polivinil klorida (PVC), polikarbonat (PC), polistirena (PS), dan karet silikon. Polietilena (PE) adalah plastik yang terbentuk dari reaksi adisi monomer-monomer etilena. Polimer ini memiliki 2 macam bentuk yaitu polietilen dengan densitas rendah (0,91-0,94

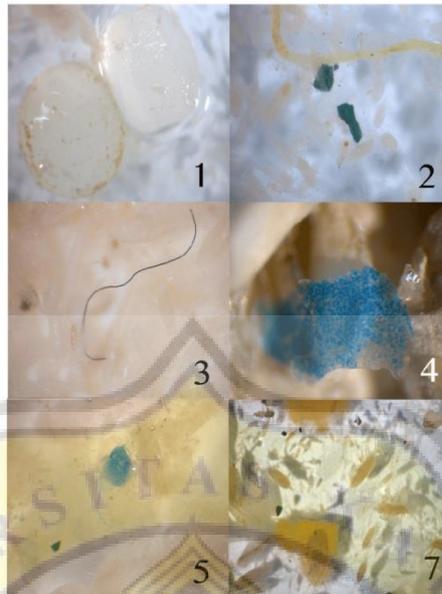
g/cm^3) yang memiliki bentuk lapisan/hamparan tipis dan biasanya dipakai sebagai pembungkus makanan, kantong plastik, serta jas hujan. Sedangkan polietilen densitas tinggi ($0,95\text{-}0,97\text{g/cm}^3$) yang terbuat dengan polimerisasi suhu dan tekanan rendah sehingga memiliki sifat lebih keras namun masih mudah dibentuk dan biasanya dipakai sebagai pelapis kawat atau kabel, serta perabotan dapur. Polipropilena adalah jenis polimer hidrokarbon yang dapat dibuat dengan suhu tinggi dan biasanya digunakan sebagai alat tulis, pengemas, uang kertas, dll. PVC atau polivinil klorida adalah termoplastik polimer yang diproduksi pada tahun 2016 dengan perkiraan lebih dari 40 juta ton yang biasanya digunakan sebagai pakaian, kabel listrik, pipa, aksesoris elektronik portable. Polistirena adalah jenis polimer yang mencakup monomer stirena biasanya secara komersial bernama styrofoam sebagai bahan pengemas, mainan, dan lain sebagainya. (Harsojuwono & Arnata, 2015). Polikarbonat (PC) adalah jenis polimer yang terbentuk di dalam media alkali dengan membuat reaksi kondensasi antara bisfenol A dan fosgen dan biasanya digunakan sebagai alat makan, minum, dan alat masak seperti *microwave*. Nilon mempunyai beberapa sifat seperti keras, agak tembus cahaya, dan berwarna krem sehingga pada bidang kemasan nilon dapat dipakai sebagai pengemas seperti ikan, daging, keju, dan lain sebagainya (Mujiarto, 2005).

Produksi dan penggunaan plastik di dunia seiring berjalannya waktu semakin mengalami peningkatan. Produksi plastik yang meningkat dinyatakan oleh Plastics Europe, (2020) dari tahun 2018 sebesar 359 juta ton menjadi 370 juta ton pada tahun 2019. Distribusi produksi plastik secara global yang terbesar juga ditunjukkan oleh Asia yang mencapai 51% lalu diikuti oleh NAFTA (*North American Free Trade Agreement*) sebesar 19%, serta Eropa sebesar 16%. Kemudian penggunaan plastik secara luas dapat di berbagai bidang seperti sebagai pengemas suatu produk, konstruksi dan bangunan, otomotif, peralatan elektronik, serta pertanian. Plastik dengan jenis *polypropylene* (PP), *low density polyethylene* (LDPE) dan *polyvinyl chloride* (PVC) merupakan jenis yang paling banyak digunakan. Penggunaan plastik terbanyak di berbagai bidang tersebut dikarenakan sifatnya yang mudah dibuat, biayanya yang rendah, kuat, tahan terhadap suhu tinggi, dan tahan terhadap

air (Sharma & Chatterjee, 2017). Sifat-sifat plastik diperoleh karena adanya pembentukan polimer berbasis plastik dengan adanya proses polimerisasi monomer dari gas, batu bara, atau minyak bumi sehingga sampah plastik sulit terdegradasi. Sampah plastik yang berasal dari kegiatan rumah tangga dan industri seringkali terbuang begitu saja ke darat, sungai, hingga ke laut yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan karena dalam waktu yang lama sampah plastik dapat terdegradasi menjadi mikroplastik (Nilawati *et al.*, 2020).

1.2.2. Mikroplastik

Mikroplastik merupakan hasil degradasi plastik yang berukuran sangat kecil yang hanya dapat dilihat dengan bantuan alat mikroskop. Ukuran mikroplastik ditentukan dalam kisaran milimeter hingga sub-milimeter yang biasanya berkisar 1 nm sampai 5 mm (GESAMP *et al.*, 2015). Terdapat dua sumber mikroplastik yang dapat ditemukan yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer adalah plastik yang diproduksi dengan ukuran mikro (kecil) seperti *microbeads* yang berada dalam produk kosmetik berupa *scrub*, bubuk plastik yang digunakan dalam pencetakan, dan partikel nano di berbagai macam industri (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain, 2016). Sedangkan, mikroplastik sekunder adalah hasil dari fragmentasi plastik berukuran besar (Toussaint *et al.*, 2019). Mikroplastik memiliki beberapa tipe bentuk yang ditunjukkan melalui Gambar 1 antara lain (1) *pellet*, (2) fragmen, (3) *fiber*, (4) *film*, (5) tali dan filamen, (6) *microbead*, dan (7) busa/spons (Gago *et al.*, 2019).



Gambar 1. Tipe Bentuk Mikroplastik (1) pellet, (2) fragmen, (3) fiber, (4) film, (5) tali dan filamen, dan (7) busa/spons

Sumber : (Gago *et al.*, 2019)

Mikroplastik dapat sampai di semua lingkungan seperti air laut, tanah, permukaan air, air limbah, udara, dan biota laut. Sumber partikel mikroplastik sendiri dapat berasal dari penggunaan/proses produksi/limbah produk yang mengandung partikel plastik dalam rumah tangga, industri, pertanian dan perikanan sehingga kemungkinan pelepasan mikroplastik dapat pula masuk ke rantai makanan (Toussaint *et al.*, 2019). Hingga saat ini terdapat beberapa studi pustaka yang melaporkan sumber kontaminasi mikroplastik berfokus pada lingkungan perairan seperti air laut dan air tawar. Selain itu, banyak dilaporkan pula cemaran mikroplastik pada organisme laut (hasil laut) yang dapat dikonsumsi meskipun hal tersebut bukan satu-satunya sumber kontaminasi bagi manusia. Tetapi terdapat beberapa makanan selain hasil laut yang mungkin terkontaminasi mikroplastik serta makanan olahan yang rentan terhadap kontaminasi mikroplastik seperti garam, susu, teh (Kwon *et al.*, 2020), madu, gula, dan bir (Bouwmeester *et al.*, 2015).

Mikroplastik berpotensi sebagai kontaminan pada bahan pangan dikarenakan memiliki ukuran yang kecil atau memiliki luas permukaan yang besar. Dalam

mikroplastik terkandung berbagai macam campuran bahan kimia yang ditambahkan selama proses pembuatannya. Selain itu, mikroplastik juga mempunyai kemampuan sebagai penyerap racun dan bahan kimia yang berada di lingkungan seperti logam berat, *polychlorinated biphenyls* (PCBs), *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs), dan kelompok *persistent organic pollutants* (POPs). POPs adalah senyawa beracun yang mampu terakumulasi di dalam tubuh organisme dan bersifat persisten dan toksik yang termasuk senyawa *persistent bioaccumulative and toxic* (PBT). Apabila bahan-bahan beracun tersebut ada di dalam mikroplastik dan kemudian termakan oleh spesies-spesies tertentu, maka secara tidak langsung bahan tersebut dapat ditransfer ke dalam rantai makanan (Avio *et al.*, 2015).

1.2.3. Mikroplastik pada Produk Pangan Olahan

Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan no 27 tentang pendaftaran pangan olahan (2017), Pangan Olahan adalah makanan atau minuman hasil proses dengan cara atau metode tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan. Pangan olahan yang tercakup di dalamnya antara lain pangan olahan yang diproduksi oleh industri rumah tangga, pangan olahan yang mempunyai masa simpan kurang dari 7 hari, pangan yang digunakan lebih lanjut sebagai bahan baku, pangan olahan yang dikemas dalam jumlah besar atau kecil, pangan siap saji, dan pangan yang hanya mengalami pengolahan minimal/pasca panen seperti pencucian, pengupasan, pengeringan, penggilingan, pemotongan, penggaraman, pembekuan, pencampuran, dan/atau blansir serta tanpa penambahan BTP, kecuali BTP untuk pelilinan. Secara umum, pangan olahan biasanya melalui proses yang kompleks dengan melibatkan berbagai jenis proses pengolahan, tersusun oleh berbagai bahan pangan, dan disertai penambahan bahan tambahan pangan. Tetapi ada pula pangan olahan yang hanya melalui proses secara sederhana seperti hanya diproses dengan pendinginan/penghilangan sesuatu dan tanpa penambahan bahan lain yang dapat disebut pula sebagai pangan olahan primer seperti daging/ikan beku (Kusnandar, 2019).

Produk pangan olahan dapat digolongkan menjadi beberapa kategori berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 34 Tahun 2019 Tentang Kategori Pangan, (2019) yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Kategori Pangan Olahan

Kategori Pangan	Jenis Produk	Kategori Pangan	Jenis Produk
Kategori 01	Produk susu dan analognya (kecuali yang termasuk kategori 02)	Kategori 09	Ikan dan produk perikanan
Kategori 02	Lemak, minyak, dan emulsi minyak	Kategori 10	Telur dan produk-produk telur
Kategori 03	Es untuk dimakan termasuk <i>sherbet</i> dan <i>sorbet</i>	Kategori 11	Gula dan pemanis, termasuk madu
Kategori 04	Buah dan sayur, rumput laut, biji-bijian	Kategori 12	Garam, rempah, sup, saus, salad, dan produk protein
Kategori 05	Kembang gula/permen dan coklat	Kategori 13	Pangan olahan untuk keperluan gizi khusus
Kategori 06	Sereal dan produk sereal	Kategori 14	Minuman, tidak termasuk produk susu
Kategori 07	Produk bakery	Kategori 15	Makanan ringan siap santap
Kategori 08	Daging dan produk daging	Kategori 16	Pangan siap saji (terkemas)

Produk pangan olahan dapat terbagi menjadi 2 yaitu produk makanan dan produk minuman. Produk makanan dapat digolongkan berdasarkan proses pengolahannya menjadi 2 jenis yaitu produk makanan yang melibatkan proses pengolahan kompleks seperti makanan kaleng, gula, tepung-tepungan, dll dan produk makanan dengan proses pengolahan yang sederhana (*minimum*) seperti madu, daging/ikan beku, dll. Pada produk makanan olahan memiliki kemungkinan rute paparan mikroplastik pada produk tersebut melalui kemasan plastik, bahan baku, proses pengolahan, penyimpanan, dan transportasi (Jin *et al.*, 2021). Sedangkan, produk minuman dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu produk minuman beralkohol dan minuman non-beralkohol. Minuman beralkohol seperti bir dan anggur sedangkan minuman non-alkohol seperti teh, kopi, minuman ringan, susu, coklat, minuman berkarbonasi, dan minuman non-karbonasi. Pada produk minuman ada pula kemungkinan mikroplastik memasuki produk tersebut dikarenakan produk terbuat

dari bahan utama air dan sebagian besar bahan non-air meliputi gula, jeruk, gandum, barley, atau teh yang merupakan produk industri pertanian (Ait Hsine *et al.*, 2005). Air dimungkinkan menjadi sumber kontaminasi utama pada produk minuman mengingat terdapat kontaminasi mikroplastik pada sistem air tawar seperti hasil penelitian Fu & Wang, (2019) yang menyatakan bahwa pada lingkungan air tawar mikroplastik ditemukan memiliki konsentrasi tertinggi di muara dan perairan pedalaman yang terletak di daerah perkotaan.

Beberapa produk makanan yang diketahui terkontaminasi oleh mikroplastik antara lain garam, madu, gula, sarden kaleng, dan sprat (*Sprattus*) atau biasa disebut ikan sarden bayi kaleng (Toussaint *et al.*, 2019), serta rumput laut dalam kemasan (Kwon *et al.*, 2020). Pada garam terdapat beberapa jenis garam meja yang digolongkan sesuai dengan asalnya seperti garam laut, garam danau, garam batu, dan garam sungai atau sumur. Garam laut dan garam danau didapatkan dengan proses penguapan, garam batu berasal dari penambangan batuan mineral yang disebut halit, sedangkan garam sungai atau sumur didapatkan dari sumur di zona non pesisir (Iñiguez *et al.*, 2017). Dalam penelitian Peixoto *et al.*, (2019) yang menganalisis garam komersial dari 128 merek garam dari 38 berbagai wilayah ditemukan mikroplastik pada garam laut yang memiliki konsentrasi hingga 1800 partikel/kg. Selain itu, diketahui fakta bahwa konsumsi garam kemungkinan menjadi rute paparan jangka panjang ke manusia dikarenakan penggunaan garam yang setiap hari oleh manusia dalam proses pengawetan atau pengasinan pada produk makanan. Sedangkan terdapat penelitian lain yang menyatakan bahwa kontaminasi mikroplastik ditemukan lebih tinggi pada garam laut daripada garam batu atau garam danau dikarenakan pencemaran mikroplastik yang cukup tinggi di perairan laut (Zhang *et al.*, 2020).

Selain garam, penelitian Toussaint *et al.*, (2019) menyatakan bahwa madu, gula, sarden kaleng, air dalam kemasan dan bir merupakan produk pangan olahan yang dimungkinkan terkontaminasi pula oleh mikroplastik. Dalam studi tersebut bentuk kontaminasi mikroplastik yang berbeda-beda ditemukan di beberapa produk

pangan olahan. Seperti pada madu terkontaminasi mikroplastik berupa *fiber*, *fragmen*, dan partikel berwarna lainnya. Pada gula, terkontaminasi partikel transparan dan berwarna serta dalam jumlah yang tinggi untuk fragmen dan serat sintesis mengkontaminasi khususnya pada gula tebu yang tidak mengalami pemurnian. Pada bir, ditemukan *fiber*, *fragmen*, dan *granules* yang diketahui pula berasal dari proses penyaringan melalui filter selulosa. Selain itu, terdapat produk pangan olahan dari hasil laut yang diteliti juga yaitu produk kaleng sarden dan ikan sprat (*Sprattus*) yang hanya ditemukan mikroplastik berbentuk fragmen. Sedangkan jenis polimer yang kemungkinan dapat ditemukan juga berbeda-beda seperti pada madu yaitu selulosa dan *polyethylene terephthalate* (PET). Pada bir dengan merek yang berbeda memiliki jenis polimer yang mengkontaminasi juga dapat berbeda seperti bir jerman yaitu selulosa, *polyethylene* (PE), *polystyrene* (PS) sedangkan bir meksiko yaitu *polyamide* (PA) dan *polyethylene terephthalate* (PET). Pada sarden yaitu *polypropylene* (PP), *polyethylene terephthalate* (PET), *polyethylene* (PE), PVC (Jin *et al.*, 2021).

Dalam studi lain terdapat penelitian yang fokus pada produk minuman dalam kemasan termasuk alkohol dan non-alkohol seperti air minum dalam kemasan, teh, kopi, bir, anggur, wiski, susu, dan minuman ringan lainnya. Pada penelitian pemisahan mikroplastik pada produk minuman biasanya dilakukan melalui proses penyaringan untuk mempercepat dalam identifikasi mikroplastik meskipun memiliki kelemahan untuk produk yang memiliki campuran bahan organik dapat berpengaruh pada proses penyaringan. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa kontaminasi mikroplastik pada produk minuman memiliki bentuk, ukuran dan jenis polimer berbeda-beda. Seperti pada air mineral ditemukan bentuk mikroplastik berupa *fiber*, *fragmen*, dan *film* yang memiliki ukuran berkisar 0,5-50 μm dengan jenis polimernya seperti selulosa, PET, PE, PP, nilon, HDPE, PA, PVC, dan *styrene butadiene copolymer*. Pada bir bentuk mikroplastik yang ditemukan berupa *fiber*, *fragment*, dan *granules* yang memiliki ukuran berkisar 1-5000 μm hingga 0,1-5 mm dengan jenis polimer seperti PE, selulosa, PS, PET, PE-PS, PA, HDPE/LDPE, PP, dan *polyacrylamide*. Pada susu berupa *fiber* dan *fragment* yang memiliki ukuran

berkisar $>11 \mu\text{m} - 6,7 \text{ mm}$ dengan jenis polimer seperti *polysulfone*, HDPE/LDPE, PP, dan *polyacrylamide*. Sedangkan pada minuman ringan ditemukan bentuk mikroplastik dalam (*soft drink, energy drink, dan cold tea*) serta *Citrus flavor to orange or lemon white wine* berupa *fiber* dan *fragmen* (Shruti *et al.*, 2021).

1.3. Review Penelitian Terdahulu dan Analisis Kesenjangan

Review penelitian terdahulu dan analisis kesenjangan sangat perlu dilakukan oleh penulis sebagai bentuk pendukung terkait topik literatur review yang akan dibahas kali ini. Penelitian terdahulu bertujuan sebagai pembandingan antara literatur review sebelumnya yang telah dilakukan dengan literatur review yang akan dilakukan guna membantu penulis mendapatkan keterbaruan dalam tulisannya. Sedangkan analisis kesenjangan merupakan alat atau proses guna mengidentifikasi perbedaan kondisi penelitian saat ini dan yang akan datang atau dapat disebut sebagai kesenjangan/celah penelitian. Hasil analisis kesenjangan sendiri dapat berupa suatu permasalahan yang memerlukan adanya tindakan untuk mengatasinya. Berikut artikel-artikel review terdahulu dan hasil analisis kesenjangan (Dapat dilihat pada tabel 3).

Tabel 3. Daftar artikel review tentang mikroplastik yang sudah dipublikasikan

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Aspek yang Diteliti	Hasil Temuan
1.	Danopoulos, (2020)	<i>Microplastic contamination of drinking water: A systematic review</i>	Kontaminasi mikroplastik pada air minum dan memperkirakan eksposur kuantitatif.	Kontaminasi mikroplastik pada air minum terkonfirmasi, Jenis polimer diidentifikasi, variabilitas metodologi diamati di seluruh protokol eksperimental, ukuran partikel

			minimum dan maksimum bervariasi
2.	Toussaint, (2019)	<i>Review of micro- and nanoplastic contamination in the food chain</i>	Kontaminasi mikroplastik pada rantai makanan Keberadaan partikel mikro dan nanoplastik melalui konsumsi makanan, Keberadaan mikro dan nanoplastik pada hewan (lebih dari 200 spesies), Metode deteksi, identifikasi dan kuantifikasi mikroplastik, rute kontaminasi
3.	Peixotoa, (2019)	<i>Microplastic pollution in commercial salt for human consumption: A review</i>	Garam komersial untuk konsumsi manusia, Keamanan pangan, dan kesehatan pangan manusia Mikroplastik terkonfirmasi pada garam komersial dari 128 merek di 38 negara, konsentrasi mikroplastik yang ditemukan pada garam komersial lebih rendah daripada sumber lain, garam komersial terkonfirmasi menjadi rute paparan jangka panjang, potensi efek samping terhadap manusia
4.	Kwon, (2020)	<i>Microplastics in Food: A Review on Analytical Methods and Challenges</i>	Keberadaan mikroplastik pada makanan dan metode analisis yang digunakan untuk isolasi dan kemunculan mikroplastik ditemukan pada beberapa makanan seperti garam dapur, ikan dan kerang, serta makanan yang diproses,

		identifikasi mikroplastik. Jenis produk : Garam dapur, ikan dan kerang, makanan yang diproses.	mikroplastik ditemukan dapat ditambahkan/dihilangkan melalui bahan dan proses produksi.
5.	Medrano, (2018)	<i>Microplastics in drinking water: A review and assessment of an emerging concern</i>	Mikroplastik dalam air minum, cara masuknya, dan toksikologi bagi manusia
			Hasilnya diperoleh paparan mikroplastik pada air minum ditemukan pada air minum dalam kemasan dan sampel yang dikumpulkan di instalasi pengolahan air minum, mikroplastik dapat memasuki air minum melalui lingkungan perairan, mikroplastik terkonfirmasi dapat menimbulkan toksisitas partikel dalam tubuh manusia
6.	Lee, (2021)	<i>Variation and Uncertainty of Microplastics in Commercial Table Salts: Critical Review and Validation</i>	Identifikasi ukuran mikroplastik tanpa adanya validasi terkonfirmasi datanya memiliki kisaran yang luas, ditemukan mikroplastik yang berbeda 10-600 kali antara metode identifikasi, asupan mikroplastik melalui
			variabilitas dan ketidakpastian data mikroplastik yang disebabkan oleh metode analisis yang berbeda di antara studi, metode identifikasi polimer, mikroplastik berukuran kecil dan

		ukuran batas minimum	garam meja pada orang korea ditemukan hingga $19.000 \geq 10 \mu\text{m}$
7.	Zhang, (2020)	<i>A Review of Microplastics in Table salt, Drinking Water, and Air: Direct Human Exposure</i>	Mikroplastik telah terdeteksi dalam garam meja, air minum, dan udara yang memiliki kelimpahan bervariasi, dan terkonfirmasi dapat menimbulkan risiko paparan terhadap manusia, ditemukan kemungkinan jalur translokasi dan akumulasi mikroplastik di dalam tubuh manusia
8.	Koelmans, (2019)	<i>Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality</i>	Penilaian kualitas studi yang meneliti mikroplastik dalam air minum dan sumber air tawar utama, data kejadian mikroplastik dari air sungai dan danau, air tanah, air ledeng dan air minum dalam kemasan, serta studi kejadian dalam air limbah
9.	Sharma & Subhankar, (2017)	<i>Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem</i>	Kontaminasi mikroplastik yang mengancam biota
			Mikroplastik ditemukan di air tawar (sumber air minum) dan air minum, ditemukan praktik terbaik untuk pengambilan sampel, mengekstrak, mendeteksi mikroplastik dan memberikan penilaian kualitas kuantitatif. Ditemukan konsentrasi, jenis polimer, dan bentuk partikel mikroplastik di air tawar dan air minum
			Mikroplastik terkonfirmasi efek bahaya pada biota laut,

	<i>and human health: a short review</i>	laut dan kesehatan manusia	transfer mikroplastik melalui rantai makanan, distribusi mikroplastik di ekosistem laut, kebijakan mikroplastik oleh berbagai organisasi di seluruh dunia
10.	van Raamsdonk, (2020)	<i>Current Insights into Monitoring, Bioaccumulation, and Potential Health Effects of Microplastics Present in the Food Chain</i>	<p>konsentrasi mikroplastik dalam makanan, kemungkinan efek, dan metode pemantauan</p> <p>Mikroplastik dalam air minum kemasan menjadi sumber yang cukup besar dan jumlahnya bervariasi, distribusi ukuran partikel, kelimpahan partikel yang lebih kecil dari 25μm, konsentrasi mikroplastik dalam makanan laut (ikan, kerang, dan udang), air, gula, garam, dan madu, efek jangka panjang paparan mikroplastik pada hewan yang menunjukkan bahaya mikroplastik</p>
	Shruti, (2021)	<i>Toward a unified framework for investigating micro(nano)plastics in packaged beverages intended for human consumption</i>	<p>Mikroplastik dan nanoplastik pada produk minuman dalam kemasan dan metode analisis</p> <p>Mikroplastik telah menjadi kontaminan antropogenik yang diwakili melalui produk minuman kemasan, informasi terkait alat praktis dan metode analisis untuk</p>

			menyelidiki mikroplastik pada minuman kemasan
11.	Jin, (2021)	<p><i>Microplastics contamination in food and beverages: Direct exposure to humans</i></p>	<p>Kelimpahan, sumber, dan metode analisis mikroplastik dalam asupan harian manusia seperti pada ikan, garam, air minum, minuman, makanan kemasan, dan makanan lainnya</p> <p>Kejadian, konsentrasi, morfologi, dan komponen mikroplastik ditemukan pada produk makanan akuatik (ikan dan bivalvia), garam, air minum, air dalam kemasan, minuman, makanan, gula, madu, sayuran, dan buah beserta dengan konsentrasinya.</p>

Berdasarkan hasil analisis kesenjangan yang dapat dilihat pada tabel diatas, hasil temuan penelitian terdahulu masih membahas lebih banyak terkait kontaminasi mikroplastik di air minum dalam kemasan (AMDK) dan produk pangan laut yang segar (*seafood*) tetapi masih jarang pembahasan terkait kontaminasi mikroplastik pada produk pangan lainnya. Selain itu, kontaminasi mikroplastik pada produk pangan olahan (seperti garam, madu, gula, bir, dan minuman dalam kemasan) juga telah dibahas di beberapa penelitian terdahulu namun masih diperlukan lebih banyak data yang relevan terkait kontaminasi mikroplastik pada produk pangan olahan lainnya dan untuk lebih memahami potensi paparan mikroplastik pada produk pangan olahan. Hal ini juga dikarenakan masih terdapat kurangnya data pada produk pangan olahan lainnya yang dimungkinkan dapat terkontaminasi oleh mikroplastik. Meskipun informasi hasil temuan terkait kejadian, ukuran, bentuk, jenis polimer, konsentrasi, morfologi, metode analisis, sumber, dan rute paparan kontaminasi mikroplastik dalam produk pangan olahan juga telah ditemukan di beberapa *review* terdahulu namun masih diperlukan studi lebih lanjut dikarenakan metode analisis yang tepat masih terbatas dan belum dipastikan sehingga mempengaruhi pula ukuran mikroplastik yang bervariasi serta masih sedikit

penelitian terkait sumber dan rute paparan pada kontaminasi mikroplastik yang memasuki produk pangan olahan sehingga masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan data yang lebih akurat dan relevan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sumber kontaminasi mikroplastik, rute paparannya ke produk pangan olahan, karakteristik mikroplastik (seperti bentuk, ukuran, konsentrasi, dan jenis polimer) di dalamnya, serta risiko keamanan pangan dan tindakan mitigasi yang perlu dilakukan terhadap kontaminasi mikroplastik..

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini dimulai dengan melakukan analisis kesenjangan terlebih dahulu, lalu penyusunan diagram tulang ikan, mengumpulkan literatur, dan penyaringan literatur. Analisis kesenjangan bertujuan untuk mengetahui celah dari beberapa literatur *review* terdahulu yang telah dibuat sebelumnya dan dipublikasikan guna penyusunan rumusan masalah. Kemudian, dilakukan pembuatan diagram tulang ikan guna merumuskan kata kunci yang sesuai dan tujuan utama *review*. Setelah itu, dilakukan pengumpulan literatur dengan menggunakan kata kunci yang telah ditentukan. Kemudian, dilakukan penyaringan literatur yang sesuai topik penelitian. Lalu, dilanjutkan dengan melakukan analisis dan tabulasi data guna memperoleh data kualitatif dan kuantitatif yang valid dan akurat.