

PENGARUH PARTIKEL MIKROPLASTIK DALAM DARAH TERHADAP KADAR INDEKS SERUM PENILAIAN FUNGSI GINJAL

Angeline Rivia Simanjuntak^{1*}, Yudhiakuari Sincihu², Irene Lingkan Parengkuan³

Fakultas Kedokteran Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya^{1,2,3}

*Corresponding Author : med.angeline.r.20@ukwms.ac.id

ABSTRAK

Baru-baru ini beberapa hasil penelitian menduga mikroplastik sebagai salah satu faktor risiko terjadinya gangguan ginjal. Mikroplastik merupakan fragmen hasil degradasi plastik yang berukuran lebih besar. Di dalam tubuh, mikroplastik akan terdistribusi ke seluruh tubuh sehingga memungkinkannya terakumulasi di suatu organ. Akumulasi mikroplastik dapat memicu terjadinya stres oksidatif, sitotoksitas, dan inflamasi yang berujung pada terganggunya fungsi suatu organ. Serum albumin, serum kreatinin, dan *blood urea nitrogen* merupakan biomarker yang masih rutin digunakan untuk menilai fungsi ginjal. Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan pengaruh partikel mikroplastik dalam darah terhadap kadar serum albumin, serum kreatinin dan *blood urea nitrogen* pada *Rattus norvegicus Strain Wistar*. Penelitian ini membagi 30 ekor *Rattus norvegicus Strain Wistar* ke dalam 1 kelompok kontrol dan 5 kelompok eksperimen. Kelompok eksperimen diberikan paparan mikroplastik peroral dengan dosis berbeda mulai dari 0,0375 mg/hari; 0,075 mg/hari; 0,15 mg/hari; 0,3 mg/hari; dan 0,6 mg/hari selama 90 hari. Hasil uji analisis data secara statistika menunjukkan adanya keterdugaan korelasi atau pengaruh partikel mikroplastik dalam darah terhadap kadar serum albumin ($P = 0,009$; $R = -0,466$) dan *blood urea nitrogen* ($P = 0,010$; $R = 0,460$), serta tidak adanya korelasi atau pengaruh partikel mikroplastik dalam darah terhadap kadar serum kreatinin ($P = 0,418$). Dapat disimpulkan bahwa pemberian paparan mikroplastik peroral selama 90 hari pada *Rattus norvegicus Strain Wistar* diduga dapat menyebabkan penurunan kadar serum albumin dan peningkatan *blood urea nitrogen*. Sedangkan kadar serum kreatinin didapatkan hasil yang hampir sama antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

Kata kunci : biomarker fungsi ginjal, gagal ginjal kronis, mikroplastik, polusi lingkungan

ABSTRACT

Recently, several research results have suspected microplastics as a risk factor for kidney disorders. Microplastics are larger fragments resulting from plastic degradation. In the body, microplastics will be distributed throughout the body, allowing them to accumulate in an organ. The accumulation of microplastics can trigger oxidative stress, cytotoxicity and inflammation which can lead to disruption of organ function. Serum albumin, serum creatinine, and blood urea nitrogen are biomarkers that are still routinely used to assess kidney function. The aim of the study was to explain the effect of microplastic particles in the blood on serum albumin, serum creatinine and blood urea nitrogen levels in *Rattus norvegicus Wistar Strain*. This study divided 30 *Wistar Strain Rattus norvegicus* into 1 control group and 5 experimental groups. The experimental group was given oral exposure to microplastics at different doses starting from 0.0375 mg/day; 0.075 mg/day; 0.15 mg/day; 0.3 mg/day; and 0.6 mg/day for 90 days. The results of statistical data analysis tests showed that there was a possibility correlation or influence of microplastic particles in the blood on serum albumin levels ($P = 0.009$; $R = -0.466$) and blood urea nitrogen ($P = 0.010$; $R = 0.460$), and there was no correlation or influence microplastic particles in the blood on serum creatinine levels ($P = 0.418$). It can be concluded that giving oral microplastic exposure for 90 days to *Rattus norvegicus Wistar Strain* may lead a decrease in serum albumin levels and an increase in blood urea nitrogen. Meanwhile, serum creatinine levels obtained almost the same results between the control group and the experimental group.

Keywords : biomarkers of kidney function, chronic kidney failure, microplastics, environmental pollution

PENDAHULUAN

Produksi sampah plastik diketahui meningkat seiring dengan bertambahnya populasi manusia (Tuhumury & Ritonga, 2020). Pada 2015, jumlah sampah plastik mencapai 6300 *metric tons* (Mt) dan sekitar 79% ditimbun di tempat pembuangan sampah atau di lingkungan alam (Geyer et al., 2017). Sampah plastik akan mengalami proses degradasi dan membentuk sebuah fragmen berukuran <5 mm yang disebut sebagai mikroplastik (Widianarko & Hantoro, 2018).

Mikroplastik berukuran <20 μm yang tertelan akan masuk ke dalam sistem aliran darah melalui ujung vili usus dengan bantuan endositosis sel M yang ada di *Peyer's Patches* atau dengan mekanisme persorpsi paraselular (Rahman et al., 2021). Mikroplastik kemudian akan terdistribusi ke seluruh tubuh sehingga memungkinkannya untuk terakumulasi diberbagai organ dan memicu terjadinya respon seluler seperti stres oksidatif, sitotoksitas, dan inflamasi (Deng et al., 2017). Respon seluler yang berlangsung terus menerus dapat menyebabkan kerusakan serta kematian sel yang berujung pada terganggunya fungsi suatu organ (Khan & Jia, 2023; Noreen et al., 2018).

Baru-baru ini beberapa penelitian menunjukkan bahwa akumulasi mikroplastik di ginjal dapat menjadi salah satu faktor risiko terjadinya gangguan fungsi ginjal (Meng et al., 2022). *Blood urea nitrogen* dan serum kreatinin merupakan biomarker yang masih rutin digunakan untuk menilai fungsi ginjal, sedangkan serum albumin diketahui dapat digunakan sebagai biomarker pada kerusakan sel di fase awal (Cheon et al., 2016). Ketika terjadi gangguan fungsi ginjal kadar serum albumin akan menurun, sedangkan serum kreatinin dan *Blood Urea Nitrogen* akan meningkat (KDIGO, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan pengaruh partikel mikroplastik dalam darah terhadap kadar serum albumin, serum kreatinin dan *blood urea nitrogen* pada *Rattus norvegicus Strain Wistar*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental pada hewan coba di laboratorium. Desain penelitian yang digunakan adalah *post-test only control group design*. Penelitian ini dilaksanakan di beberapa tempat, untuk perawatan dan pemberian bahan paparan dilakukan di Laboratorium Hewan Fakultas Farmasi Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Untuk terminasi dan pengambilan sampel darah dilakukan di Laboratorium Hewan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Untuk pemeriksaan kadar serum albumin, serum kreatinin, dan *Blood Urea Nitrogen* dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya. Sedangkan untuk pemeriksaan partikel mikroplastik dalam darah dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Populasi penelitian ini adalah *Rattus norvegicus Strain Wistar* dan sampel penelitian ini adalah sebagian dari populasi yang sesuai dengan kriteria inklusi yaitu berjenis kelamin jantan, berusia 2-3 bulan, berat badan 150-200 gram, dan sehat.

Total sebanyak 30 ekor hewan coba akan dibagikan ke dalam 1 kelompok kontrol dan 5 kelompok eksperimen dengan menggunakan teknik *random allocation*. Masing-masing kelompok berisi 5 ekor hewan coba.

Hewan coba akan ditimbang terlebih dahulu sebelum masa adaptasi dimulai. Setelah masa adaptasi selama 7 hari, hewan coba pada kelompok eksperimen akan diberikan paparan mikroplastik yang sudah dicampurkan 1 cc aquades menggunakan sonde selama 90 hari. Dosis serbuk mikroplastik pada setiap kelompok eksperimen berbeda-beda, kelompok X1 sebanyak 0,0375 mg/hari; X2 sebanyak 0,075 mg/hari; X3 sebanyak 0,15 mg/hari; X4 sebanyak 0,3 mg/hari; dan X5 sebanyak 0,6 mg/hari. Pada kelompok kontrol, hewan coba hanya akan diberikan aquades tanpa campuran serbuk kering mikroplastik dengan cara disonde.

Penyondean dilakukan pada setiap kelompok dengan tujuan agar seluruh hewan coba mendapatkan stres yang sama dari penggunaan alat sonde. Serbuk mikroplastik yang digunakan sebagai paparan telah dipastikan ukurannya <20 μm dengan menggunakan mikroskop Nikon eclipse Ci-L-DS-F12-L3 pembesaran 400 dan skala 10 μm sebelum diberikan kepada hewan coba.

Setelah 90 hari, hewan coba akan dianestesi dengan menggunakan campuran ketamine dan xylaxine. Darah hewan coba kemudian akan diambil dengan menggunakan teknik *cardiac puncture*. Setelah sampel terkumpul, hewan coba akan diterminasi dengan menggunakan teknik *cervical dislocation* dan dibakar.

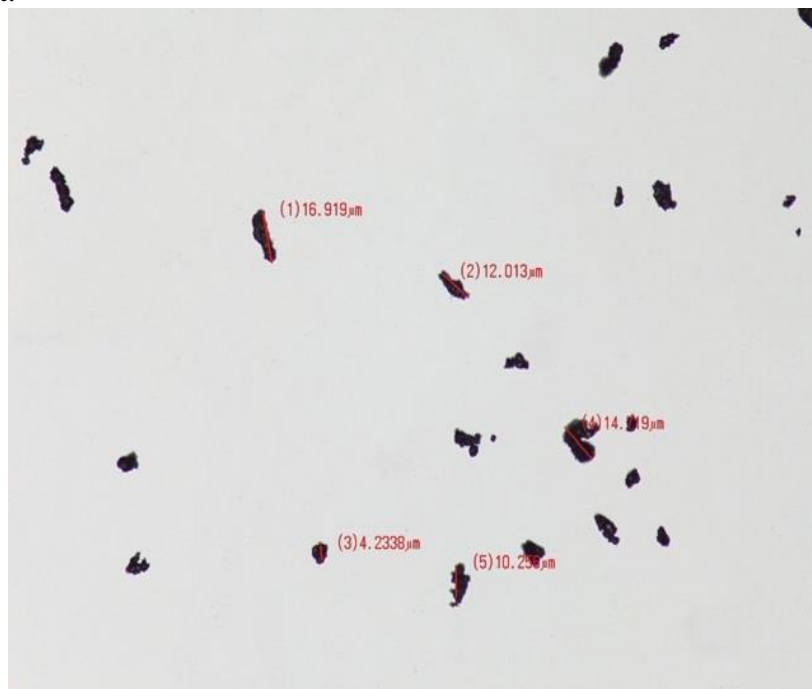
Satu sampel darah yang didapat akan dibagikan ke dalam 2 tabung *vacutainer* bertutup warna merah sebanyak 4cc dan 2cc. Tabung yang berisi 4cc darah akan disentrifugasi kemudian serumnya akan dimasukkan ke dalam *microtube* dan diperiksa kadar serum albumin, serum kreatinin, serta *blood urea nitrogen*. Tabung yang berisi 2 cc darah akan ditambahkan KOH 10% dan HNO₃ 67%, masing-masing selama 2x24 jam dengan tujuan untuk mendestruksi sisa jaringan biologis sel dan komponen darah. Tabung kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 2300 rpm selama 5 menit, lalu disaring dengan S-PAK *membrane filter* 0,45 μm Millipore® *mix cellulose* steril *white gridded* 47 mm. Setelah kertas saring dikeringkan, pemeriksaan perhitungan jumlah partikel mikroplastik dalam darah dapat dilakukan.

Penelitian ini sudah memiliki sertifikat laik etik dengan nomor Ref: 0020/WM12/KEPK/MHS/T/202. Data hasil pemeriksaan jumlah partikel mikroplastik dalam darah serta hasil pemeriksaan kadar serum albumin, serum kreatinin, serta *blood urea nitrogen* akan diuji secara statistik menggunakan aplikasi *Statistical Package For The Sosial Science* (SPSS) versi 26.

HASIL

Karakteristik Paparan Mikroplastik

Hasil pengamatan bahan paparan mikroplastik sebelum diberikan kepada hewan coba sebagai berikut:



Gambar 1. Serbuk Mikroplastik di Bawah Mikroskop

Didapatkan gambaran serbuk mikroplastik dengan bentuk yang tidak beraturan dan ukurannya bervariasi <20 μm .

Pengukuran Berat Badan Awal Hewan Coba

Hasil analisis data didapatkan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Data Berat Badan Awal Tikus

Kelompok	Mean + Standar Deviasi	Tes Normalitas P (>0.05)	Tes Homogenitas P (>0.05)	Uji Komperatif <i>One Way</i> ANOVA P (<0.05)
X0	180.20 \pm 8.7	0.346	0.561	0.797
X1	185.40 \pm 4.2	0.373		
X2	176.40 \pm 7.2	0.896		
X3	189.00 \pm 6.1	0.162		
X4	179.00 \pm 7.1	0.163		
X5	181.80 \pm 5.5	0.871		

Data terdistribusi normal, homogen, dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel hewan coba berasal dari populasi yang sama dengan berat badan yang homogen.

Jumlah Partikel Mikroplastik Dalam Darah

Hasil hitung rerata 5 lapang pandang yang dipilih secara acak adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Jumlah Partikel Mikroplastik Dalam Darah

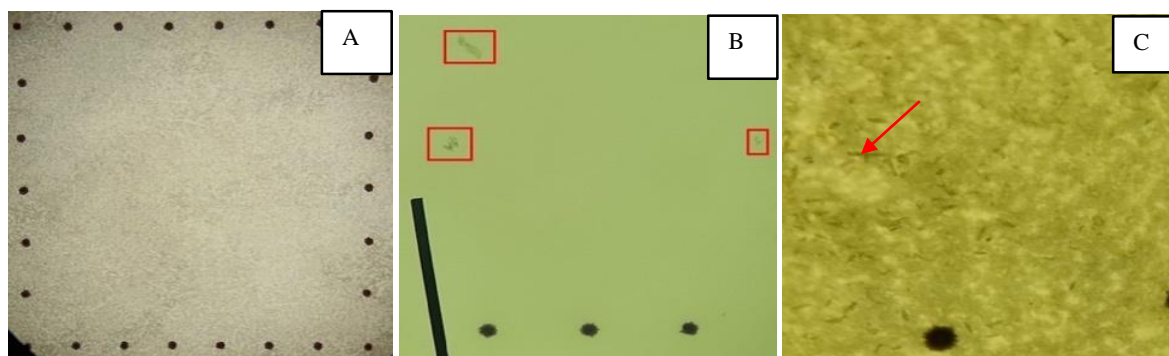
Kelompok	Rata-rata Jumlah Partikel Mikroplastik Dalam Darah (partikel/cc darah)
X0	00.00
X1	02.20
X2	05.20
X3	10.00
X4	22.20
X5	66.80

Data hasil pemeriksaan juga diuji menggunakan uji lainnya dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Analisis Jumlah Partikel Mikroplastik Dalam Darah

Kelompok	Tes Normalitas P (>0.05)	Tes Homogenitas P (>0.05)	Uji Komperatif <i>One Way</i> ANOVA P (<0.05)
X0	0.928	0.000	0.003
X1	0.692		
X2	0.154		
X3	0.875		
X4	0.342		
X5	0.476		

Data terdistribusi normal, tidak homogen, dan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok.



Gambar 2. Partikel Mikroplastik Dalam Darah; Sampel Kelompok Kontrol (A); Sampel Kelompok Eksperimen X3 (B) (Kotak Merah); Sampel Kelompok Eksperimen X5 (C) (Tanda Panah Merah)

Hasil Pemeriksaan Serum Albumin, Serum Kreatinin, dan Blood Urea Nitrogen

Hasil analisis data dari hasil pemeriksaan serum albumin, serum kreatinin, dan *Blood Urea Nitrogen* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Analisis Pemeriksaan Sampel

Variabel	Kelompok	Mean + Standar Deviasi	Tes Normalitas P (>0.05)	Tes Homogenitas P (>0.05)	Uji Komperatif One Way ANOVA P (<0.05)
Kadar Serum Albumin (mg/dL)	X0	3.54±0.2	0.787	0.135	0.023
	X1	3.52±0.1	0.777		
	X2	3.38±0.1	0.421		
	X3	3.58±0.1	0.314		
	X4	3.32±0.2	0.928		
	X5	3.28±0.1	0.314		
Kadar Serum Kreatinin (mg/dL)	X0	0.22±0.03	0.117	0.531	0.681
	X1	0.20±0.03	0.346		
	X2	0.20±0.03	0.833		
	X3	0.20±0.03	0.147		
	X4	0.212±0.01	0.814		
	X5	0.21±0.02	0.787		
Kadar Blood Urea Nitrogen (mg/dL)	X0	19.6±3.0	0.728	0.059	0.010
	X1	23.1±2.2	0.524		
	X2	25.0±1.8	0.058		
	X3	21.6±1.3	0.603		
	X4	24.6±2.8	0.397		
	X5	26.3±4.4	0.726		

Kolom rerata dan standar deviasi dari hasil pemeriksaan serum albumin menunjukkan adanya penurunan setelah diberikan paparan mikroplastik selama 90 hari. Nilai paling rendah terdapat pada kelompok eksperimen X5 yakni 3,28 g/dL.

Kolom rerata dan standar deviasi dari hasil pemeriksaan serum kreatinin menunjukkan bahwa dari kelompok kontrol ke kelompok eksperimen mendapatkan hasil data yang hampir sama. Pada paparan mikroplastik dosis rendah (X1: 0,0375 mg/hari; X2: 0,075 mg/hari; dan X3: 0,15 mg/hari) terjadi penurunan kadar serum kreatinin, kadar ini mulai mengalami peningkatan saat dipaparkan mikroplastik dengan dosis tinggi (X4: 0,3 mg/hari dan X5: 0,6 mg/hari).

Kolom rerata dan standar deviasi dari hasil pemeriksaan *blood urea nitrogen* (BUN) menunjukkan bahwa dari kelompok kontrol ke kelompok eksperimen didapatkan adanya

peningkatan saat dipaparkan mikroplastik dengan dosis lebih tinggi selama 90 hari. Nilai paling tinggi terdapat pada kelompok eksperimen X5 yakni 26,3 mg/dL.

Hasil analisis data untuk serum albumin dan *blood urea nitrogen* adalah terdistribusi normal, homogen, dan terdapat perbedaan yang signifikan. Sedangkan serum kreatinin, menunjukkan data terdistribusi normal, homogen, namun tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Uji Korelasi Jumlah Partikel Mikroplastik Dalam Darah dengan Hasil Pemeriksaan Sampel

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah partikel mikroplastik dalam darah dengan kadar serum albumin, serum kreatinin, dan *Blood Urea Nitrogen*. Pada penelitian ini uji korelasi yang digunakan adalah uji Pearson karena data terdistribusi normal. Berikut hasil analisis uji korelasinya:

Tabel 5. Hasil Uji Korelasi

Variabel	Uji Korelasi	P (<0.05)	R
Kadar Serum Albumin & Jumlah Partikel Mikroplastik Dalam Darah		0.009	-0.466
Serum Kreatinin Level & Jumlah Partikel Mikroplastik Dalam Darah	Uji Pearson	0.418	-
Kadar <i>Blood Urea Nitrogen</i> & Jumlah Partikel Mikroplastik Dalam Darah		0.010	0.460

Berdasarkan tabel 5 hasil uji korelasi jumlah partikel mikroplastik dalam darah dengan kadar serum albumin menunjukkan adanya hubungan atau korelasi. Nilai R dari hasil uji korelasi adalah -0,466 dan tanda negatif menunjukkan bahwa hubungan/korelasi yang terjadi adalah negatif.

Hasil uji korelasi jumlah partikel mikroplastik dalam darah dengan kadar serum kreatinin menunjukkan tidak adanya hubungan atau korelasi. Hasil uji korelasi jumlah partikel mikroplastik dalam darah dengan kadar *blood urea nitrogen* (BUN) menunjukkan adanya hubungan atau korelasi. Nilai R dari hasil uji korelasi adalah 0,460 sehingga dapat diartikan bahwa korelasinya adalah positif.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menjelaskan pengaruh partikel mikroplastik dalam darah terhadap kadar serum albumin, serum kreatinin, dan *blood urea nitrogen* pada *Rattus norvegicus Strain Wistar*. Metode pemeriksaan jumlah partikel mikroplastik dalam darah yang digunakan pada penelitian ini adalah yang menggunakan alat bantu berupa mikroskop cahaya binokuler. Hasil akhir rerata pemeriksaan jumlah partikel mikroplastik dalam darah (Tabel 2) yang dicantumkan telah dikurangi oleh faktor pengurang sebesar 02,80. Faktor pengurang ini diberlakukan karena pada kelompok kontrol ditemukan partikel mikroplastik dengan rerata sebesar 02,80 partikel/cc darah. Pada kelompok kontrol seharusnya partikel mikroplastik dalam darah tidak ditemukan (0 partikel/cc darah). Hal ini mungkin dapat terjadi karena adanya kontaminasi mikroplastik di luar dari dosis paparan yang diberikan, misalnya seperti yang berasal makanan atau minuman hewan coba. Pada penelitian ini tidak dilakukan pemeriksaan kadar mikroplastik pada makanan dan minuman yang diberikan kepada hewan coba. Pemeriksaan mikroplastik dengan menggunakan metode *Fourier Transform Infrared Microscopy (FTIR)* yang diketahui dapat mengidentifikasi jenis mikroplastik

dengan presisi tinggi dan akurat juga tidak dilakukan (Thermoscientific, n.d.). Oleh karena itu kedua hal ini dapat dipertimbangkan sebagai faktor yang dapat mempengaruhi hasil dari penelitian.

Hasil utama penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Partikel mikroplastik dalam darah menurunkan kadar serum albumin; (2) Partikel mikroplastik dalam darah meningkatkan kadar *Blood Urea Nitrogen*; (3) Partikel mikroplastik dalam darah tidak mempengaruhi kadar serum kreatinin. Bertentangan dengan hasil penelitian ini, Banaee *et al.* melaporkan adanya peningkatan kadar serum kreatinin setelah paparan mikroplastik dengan dosis 500 dan 1000 mg kg⁻¹ diberikan selama 30 hari pada *Emys orbicularis* (Banaee *et al.*, 2021). Penelitian Shen *et al.* juga mendapati adanya penurunan kadar *Blood Urea Nitrogen* setelah paparan mikroplastik dengan dosis 0,1 dan 1 mg/L diberikan pada *Rattus norvegicus Strain Wistar* selama 8 minggu (Shen *et al.*, 2023). Hasil dari beberapa penelitian yang tidak konsisten ini kemungkinan dapat terjadi karena adanya kemampuan kompensasi dari tubuh (Li *et al.*, 2020). Jika paparan mikroplastik diberikan dalam dosis rendah, kompensasi tubuh berupa peningkatan kinerja filtrasi ginjal dapat terjadi sehingga beberapa kadar biomarker malah mengalami penurunan. Ketika peningkatan dosis paparan mikroplastik terjadi, kapasitas kompensasi ginjal mungkin melampaui batasnya sehingga gangguan fungsi ginjal dapat timbul.

Ada beberapa faktor lain yang juga dapat mempengaruhi hasil dalam penelitian ini, seperti: waktu pemberian paparan mikroplastik yang kurang lama sehingga kerusakan dan gangguan ginjal yang timbul belum parah. *Kidney Disease Improving Global Outcomes* (KDIGO) menyatakan bahwa serum kreatinin merupakan biomarker akhir yang muncul pada kejadian *kidney injury* karena fungsi ginjal harus hilang sekitar 50% sebelum peningkatan serum kreatinin dapat terjadi. Selain itu, akumulasi mikroplastik di organ selain dapat memicu peningkatan nekrosis juga dapat memicu peningkatan apoptosis (Zou *et al.*, 2022). Proses kematian sel secara terprogram atau apoptosis tidak menyebabkan proses inflamasi terjadi sehingga efek buruk pada organ tidak akan timbul (Zou *et al.*, 2022). Pada penelitian ini pemberian paparan mikroplastik hanya dilakukan selama 90 hari sehingga tidak cukup lama untuk dapat menimbulkan gangguan ginjal yang kronis. Akibatnya penilaian fungsi ginjal dari analisis indeks serum kreatinin tidak bisa dilakukan (Lopez-Giacoman & Madero, 2015). Pada penelitian ini juga tidak dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui jalur dominan mana yang terjadi dari kematian sel, oleh karena itu kedua hal ini perlu untuk dipertimbangkan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari penelitian.

Faktor lainnya adalah ukuran paparan mikroplastik yang beragam dan tidak adanya alat atau zat yang dapat menjamin bahwa masing-masing tikus mendapat konsentrasi paparan yang sama setiap hari. Konsentrasi partikel mikroplastik dengan ukuran 5 µm diketahui lebih banyak didapatkan di suatu organ dibandingkan dengan yang ukuran 20 µm (Deng *et al.*, 2017). Sejalan dengan itu, diketahui partikel mikroplastik dengan ukuran >0,5 mm pada kondisi normal akan sulit untuk melewati dinding usus (Lusher *et al.*, 2017). Pada penelitian ini, serbuk mikroplastik yang digunakan memiliki ukuran yang beragam dan alat yang dapat mengaduk serbuk mikroplastik dengan aquades agar terdispersi dengan sempurna tidak digunakan sehingga hal ini perlu untuk dipertimbangkan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari penelitian.

Massa otot dapat mempengaruhi kadar serum kreatinin (Rahayu *et al.*, 2022; Thongprayoon *et al.*, 2016). Kemungkinan adanya akumulasi mikroplastik pada jaringan otot dapat menyebabkan terganggunya fungsi otot (Abbasi *et al.*, 2018; Herzke *et al.*, 2016). Disfungsi otot yang disebabkan oleh mikroplastik dapat menyebabkan produksi kreatinin menurun sehingga kadar serum kreatinin juga mengalami penurunan, akibatnya penilaian fungsi ginjal dari analisis indeks serum kreatinin tidak bisa dilakukan (Wang *et al.*, 2021). Pada penelitian ini tidak dilakukan pemeriksaan untuk menilai fungsi otot dari hewan coba sehingga hal ini perlu dipertimbangkan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari

penelitian ini. *National Kidney Foundation* (NKF) menjadikan hasil pemeriksaan laju filtrasi glomerulus sebagai salah satu indikator utama dalam menilai fungsi ginjal (National Kidney Foundation, 2002). Pada penelitian ini tidak dilakukan pemeriksaan laju filtrasi glomerulus sehingga dapat dipertimbangkan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari penelitian.

Meskipun hasil penelitian menduga adanya hubungan antara jumlah partikel mikroplastik dalam darah dengan kejadian gangguan fungsi ginjal, akan tetapi korelasi yang diberikan sangat lemah. Peran mikroplastik dalam kegagalan fungsi ginjal bisa dikatakan sangat kecil karena banyak faktor lain seperti kelainan sistem metabolik, kelainan genetik, dan kondisi lainnya yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi ginjal terjadi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa jumlah partikel mikroplastik dalam darah diduga dapat mempengaruhi kadar serum albumin dan *blood urea nitrogen*. Sedangkan untuk kadar serum kreatinin, setelah paparan mikroplastik selama 90 hari belum menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin berterima kasih kepada Laboratorium Hewan Fakultas Farmasi dan Laboratorium Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Laboratorium Hewan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga, dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya sebagai tempat pelaksanaan penelitian. Penulis juga ingin berterima kasih kepada semua rekan atau pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, S., Soltani, N., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., & Hassanaghaei, M. (2018). Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere*, 205, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.04.076>
- Banaee, M., Gholamhosseini, A., Sureda, A., Soltanian, S., Fereidouni, M. S., & Ibrahim, A. Th. A. (2021). Effects of microplastic exposure on the blood biochemical parameters in the pond turtle (*Emys orbicularis*). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(8), 9221–9234. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11419-2>
- Cheon, J. H., Kim, S. Y., Son, J. Y., Kang, Y. R., An, J. H., Kwon, J. H., Song, H. S., Moon, A., Lee, B. M., & Kim, H. S. (2016). Pyruvate Kinase M2: A Novel Biomarker for the Early Detection of Acute Kidney Injury. *Toxicological Research*, 32(1), 47–56. <https://doi.org/10.5487/TR.2016.32.1.047>
- Deng, Y., Zhang, Y., Lemos, B., & Ren, H. (2017). Tissue accumulation of microplastics in mice and biomarker responses suggest widespread health risks of exposure. *Scientific Reports*, 7(1), 46687. <https://doi.org/10.1038/srep46687>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Herzke, D., Anker-Nilssen, T., Nøst, T. H., Götsch, A., Christensen-Dalsgaard, S., Langset, M., Fangel, K., & Koelmans, A. A. (2016). Negligible Impact of Ingested Microplastics on Tissue Concentrations of Persistent Organic Pollutants in Northern Fulmars off Coastal Norway. *Environmental Science & Technology*, 50(4), 1924–1933. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04663>

- KDIGO. (2012). *KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease*. <http://www.kidney-international.org>
- Khan, A., & Jia, Z. (2023). Recent insights into uptake, toxicity, and molecular targets of microplastics and nanoplastics relevant to human health impacts. *IScience*, 26(2), 106061. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106061>
- Li, Z., Zhu, S., Liu, Q., Wei, J., Jin, Y., Wang, X., & Zhang, L. (2020). Polystyrene microplastics cause cardiac fibrosis by activating Wnt/ β -catenin signaling pathway and promoting cardiomyocyte apoptosis in rats. *Environmental Pollution*, 265, 115025. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115025>
- Lopez-Giacoman, S., & Madero, M. (2015). Biomarkers in chronic kidney disease, from kidney function to kidney damage. *World Journal of Nephrology*, 4(1), 57–73. <https://doi.org/10.5527/wjn.v4.i1.57>
- Lusher, A. L., Welden, N. A., Sobral, P., & Cole, M. (2017). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Analytical Methods*, 9(9), 1346–1360. <https://doi.org/10.1039/C6AY02415G>
- Meng, X., Yin, K., Zhang, Y., Wang, D., Lu, H., Hou, L., Zhao, H., & Xing, M. (2022). Polystyrene microplastics induced oxidative stress, inflammation and necroptosis via NF- κ B and RIP1/RIP3/MLKL pathway in chicken kidney. *Toxicology*, 478, 153296. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2022.153296>
- National Kidney Foundation. (2002). K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *American Journal of Kidney Diseases : The Official Journal of the National Kidney Foundation*, 39(2 Suppl 1), S1–266.
- Noreen, A., Bukhari, D. A., & Rehman, A. (2018). Reactive Oxygen Species: Synthesis and Their Relationship with Cancer-A Review. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(5). <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.5.1951.1963>
- Rahayu, M. S., Wahyuni, S., Fitriani, I., & Agung, H. B. (2022). Effect of tartrazine on blood urea nitrogen, creatinine levels, and renal tubular necrosis in adult male Wistar rats (*Rattus norvegicus*): an experimental study. *Bali Medical Journal*, 11(3), 1755–1759. <https://doi.org/10.15562/bmj.v11i3.3623>
- Rahman, A., Sarkar, A., Yadav, O. P., Achari, G., & Slobodnik, J. (2021). Potential human health risks due to environmental exposure to nano- and microplastics and knowledge gaps: A scoping review. *Science of The Total Environment*, 757, 143872. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>
- Shen, T., Zhang, W., Wang, Y., Li, H., Wu, J., Wang, Q., Qin, L., Zhang, L., Liu, C., & Li, R. (2023). Effects of Microplastic (MP) Exposure at Environmentally Relevant Doses on the Structure, Function, and Transcriptome of the Kidney in Mice. *Molecules*, 28(20), 7104. <https://doi.org/10.3390/molecules28207104>
- Thermoscientific. (n.d.). *Guide to the identification of microplastics by FTIR and Raman spectroscopy*. ThermoFisher Scientific. Retrieved January 19, 2024, from <https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/MSD/Application-Notes/WP53077-microplastics-identification-ftir-raman-guide.pdf>
- Thongprayoon, C., Cheungpasitporn, W., & Kashani, K. (2016). Serum creatinine level, a surrogate of muscle mass, predicts mortality in critically ill patients. *Journal of Thoracic Disease*, 8(5), E305–E311. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.03.62>
- Tuhumury, N., & Ritonga, A. (2020). Identifikasi Keberadaan dan Jenis Mikroplastik pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Tanjung Tiram, Teluk Ambon. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 16(1), 1–7. <https://doi.org/10.30598/TRITONvol16issue1page1-7>
- Wang, Y.-L., Lee, Y.-H., Hsu, Y.-H., Chiu, I.-J., Huang, C. C.-Y., Huang, C.-C., Chia, Z.-C., Lee, C.-P., Lin, Y.-F., & Chiu, H.-W. (2021). The Kidney-Related Effects of Polystyrene

- Microplastics on Human Kidney Proximal Tubular Epithelial Cells HK-2 and Male C57BL/6 Mice. *Environmental Health Perspectives*, 129(5), EHP7612. <https://doi.org/10.1289/EHP7612>
- Widianarko, B., & Hantoro, I. (2018). *Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa*. Universitas Katolik Soegijapranata. <https://123dok.com/document/q7lxnkoy-mikroplastik-seafood-pantai-utara-jawa-unika-repository.html>
- Zou, H., Chen, Y., Qu, H., Sun, J., Wang, T., Ma, Y., Yuan, Y., Bian, J., & Liu, Z. (2022). Microplastics Exacerbate Cadmium-Induced Kidney Injury by Enhancing Oxidative Stress, Autophagy, Apoptosis, and Fibrosis. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(22), 14411. <https://doi.org/10.3390/ijms232214411>