

LAPORAN AKHIR

PEMANTAUAN KUALITAS

LINGKUNGAN PERAIRAN LAUT

DAN MUARA TELUK JAKARTA

UNTUK *EMERGING POLLUTANT*

TAHUN 2023



LAPORAN AKHIR

**PEMANTAUAN KUALITAS
LINGKUNGAN PERAIRAN LAUT
DAN MUARA TELUK JAKARTA
UNTUK EMERGING POLLUTANT
TAHUN 2023**



**Laporan Akhir Pemantauan
Kualitas Lingkungan Perairan
Laut dan Muara Teluk Jakarta
Untuk *Emerging Pollutant*
Tahun 2023**

Laporan dapat diakses melalui:



Diterbitkan oleh:

**Dinas Lingkungan Hidup
Provinsi DKI Jakarta**

PENGARAH

**Ir. Erni Pelita Fitratunnisa, ME
Rahmawati, S.T., M.Si**

TIM PENYUSUN

**Prof. Dr. Yonvitner, S.Pi., M.Si
Prof. Zainal Arifin
Dr. Ir. Yulianto Suteja, M.Si
Arif Trihandoyo, S.T
Rifki Aldi Ramadhani, S.Pi., M.Si
Dony Suhartono, S.T
Dwianka Rahman Maisalda, S.Pi**

TIM PENDUKUNG

**Nofi Rahmawati, A.R.S, S.T., M.T
Yudith Sarunggu, S.Kom
Profianita, S.T.
Eko Sasongko
Nathan H.S. Sihombing, S.E
Garry TB Gultom, S.Hum
Maria Lenny
Afriza Azima**

KATA PENGANTAR

Laporan Pemantauan Kualitas Lingkungan Perairan Laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu untuk *emerging pollutant* ini disusun sebagai acuan dalam penyusunan kebijakan terhadap pencemaran yang diakibatkan adanya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik. Pemantauan ini merupakan upaya dalam mendapatkan informasi terkait tingkat konsentrasi parasetamol dan mikroplastik di perairan laut, muara teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu dan mengevaluasi dampak yang ditimbulkan.

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta bekerja sama dengan Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB University melakukan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan muara teluk Jakarta untuk *emerging pollutant* di tahun 2023 sebagai upaya tanggap darurat terhadap pencemaran khususnya di lokasi pemantauan dan di perairan secara umum.

Secara sistimatis laporan ini terdiri dari 6 Bab, yaitu: (1) Pendahuluan; (2) Gambaran Umum Kontaminan Parasetamol dan Mikroplastik di Teluk Jakarta; (3) Metode Pemantauan; (4) Hasil dan Pembahasan; (5) Kesimpulan; dan (6) Rekomendasi.

Harapannya laporan pemantauan ini dapat memberikan gambaran terhadap tindaklanjut pengelolaan lingkungan khususnya di perairan laut dan muara teluk Jakarta. Kepada semua pihak yang telah berkenan memberikan kontribusi dan dukungannya baik secara moril maupun materil, kami sampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya sehingga laporan selesai disusun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya DLH Provinsi DKI Jakarta dalam mengambil kebijakan pengelolaan perairan laut dan muara teluk Jakarta.

Jakarta, November 2023

Kepala Dinas Lingkungan Hidup
Provinsi DKI Jakarta

Asep Kuswanto, S.E, M.Si

NIP. 197309021998031006

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. DASAR HUKUM	3
1.3. MAKSUD DAN TUJUAN.....	4
1.4. LUARAN.....	4
BAB 2. GAMBARAN UMUM KONTAMINAN PARASETAMOL DAN MIKROPLASTIK DI TELUK JAKARTA	6
BAB 3. METODE PEMANTAUAN	11
3.1. Kontaminan Parasetamol.....	17
3.1.1. Pengambilan dan Pengujian Sampel Air Laut Kontaminan Parasetamol	17
3.2. Kontaminan Mikroplastik.....	19
3.2.1. Pengambilan Sampel Air Laut Kontaminan Mikroplastik	19
3.2.2. Proses Laboratorium	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1. Kontaminan Parasetamol.....	22
4.1.1. Konsentrasi dan Sebaran Kontaminan Parasetamol.....	22
4.1.2. Konsentrasi Kontaminan Parasetamol 2022-2023	38
4.2. Kontaminan Mikroplastik.....	46
4.2.1. Kelimpahan.....	46
4.2.2. Bentuk	58
4.2.3. Ukuran.....	71
4.2.4. Polimer	81
BAB 5. KESIMPULAN	85
5.1. Parasetamol.....	85
5.2. Mikroplastik.....	85
BAB 6. REKOMENDASI.....	87
6.1 Rekomendasi Kebijakan	87
6.2. Rekomendasi Teknis	88
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN	102

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Efek ibuprofen (parasetamol) pada biota laut.....	8
Tabel 2.	Lokasi dan frekuensi pengambilan sampel 42 titik perairan Teluk Jakarta	13
Tabel 3.	Lokasi dan frekuensi pengambilan sampel 21 titik dermaga, pulau reklamasi, pulau konservasi dan wisata Kepulauan Seribu	15
Tabel 4.	Konsentrasi parasetamol periode 1 (musim angin barat) zona muara	28
Tabel 5.	Konsentrasi parasetamol periode 1 (musim angin barat) zona dermaga ..	29
Tabel 6.	Konsentrasi parasetamol periode 1 (musim angin barat) zona laut.....	29
Tabel 7.	Konsentrasi parasetamol periode 1 (musim angin barat) zona Kep. Seribu	30
Tabel 8.	Konsentrasi parasetamol periode 2 (musim angin timur) zona muara	35
Tabel 9.	Konsentrasi parasetamol periode 2 (musim angin timur) zona dermaga ..	35
Tabel 10.	Konsentrasi parasetamol periode 2 (musim angin timur) zona laut	36
Tabel 11.	Konsentrasi parasetamol periode 2 (musim angin timur) zona Kep. Seribu	37
Tabel 12.	Perbandingan rata-rata konsentrasi kontaminan parasetamol tahun 2022 (periode 3) dan tahun 2023 (periode 2).	45
Tabel 13.	Perbandingan studi mikroplastik di beberapa lokasi di berbagai belahan dunia.....	57
Tabel 14.	Rekomendasi operasional	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Pola konsentrasi parasetamol dalam beberapa penelitian	7
Gambar 2.	Diagram alir pelaksanaan kegiatan	12
Gambar 3.	Peta lokasi pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan muara Teluk Jakarta untuk emerging pollutant.....	16
Gambar 4.	Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 1 (musim angin barat/musim hujan) di dermaga dan muara Teluk Jakarta tahun 2023 ..	25
Gambar 5.	Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 1 (musim angin barat/musim hujan) di perairan laut Teluk Jakarta tahun 2023.....	26
Gambar 6.	Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 1 (musim angin barat/musim hujan) di Kepulauan Seribu tahun 2023.....	27

Gambar 7.	(A) Konsentrasi kontaminan parasetamol di titik pengamatan dermaga, muara, laut Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu dan (B) kawasan perairan laut Teluk Jakarta periode 1 (musim angin barat/musim hujan)	30
Gambar 8.	Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) di dermaga dan muara Teluk Jakarta tahun 2023.....	32
Gambar 9.	Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) di perairan laut Teluk Jakarta tahun 2023	33
Gambar 10.	Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) di Kepulauan Seribu tahun 2023	34
Gambar 11.	(A) Konsentrasi kontaminan parasetamol di titik pengamatan dermaga, muara, laut Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu dan (B) kawasan perairan laut Teluk Jakarta periode 2 di bulan September (musim angin timur/musim kemarau)	37
Gambar 12.	Konsentrasi parasetamol zona muara periode 1 2022 dan 2023	38
Gambar 13.	Konsentrasi parasetamol zona dermaga periode 1 2022 dan 2023.....	39
Gambar 14.	Konsentrasi parasetamol zona laut periode 1 2022 dan 2023	39
Gambar 15.	Konsentrasi parasetamol zona pulau periode 1 2022 dan 2023	41
Gambar 16.	Konsentrasi parasetamol zona muara periode 3 2022 dan periode 2 2023.....	42
Gambar 17.	Konsentrasi parasetamol zona dermaga periode 3 2022 dan periode 2 2023	43
Gambar 18.	Konsentrasi parasetamol zona laut periode 3 2022 dan periode 2 2023.....	44
Gambar 19.	Konsentrasi parasetamol zona pulau periode 3 2022 dan periode 2 2023.....	45
Gambar 20.	Kelimpahan kontaminan mikroplastik seluruh titik pengamatan periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023	48
Gambar 21.	Perbandingan konsentrasi kontaminan mikroplastik antara titik estuari, dermaga, reklamasi vs titik A,B,C, dan D (kiri) dan titik Teluk Jakarta vs titik Kepulauan Seribu (kanan).....	49
Gambar 22.	Perbandingan konsentrasi kontaminan mikroplastik pulau berpenghuni dan tidak berpenghuni (kiri) dan periode 1 tahun 2022 dengan periode 1 tahun 2023 (kanan).....	50

Gambar 23. Kelimpahan kontaminan mikroplastik seluruh titik pengamatan periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023.....	53
Gambar 24. Perbandingan konsentrasi mikroplastik antara titik estuari, dermaga, reklamasi vs titik A,B,C, dan D (Kiri) dan Titik Teluk Jakarta vs Titik Pulau (Kanan)	54
Gambar 25. Perbandingan konsentrasi mikroplastik pulau berpenghuni dan tidak berpenghuni (kiri) dan periode 1 tahun 2023 dengan periode 2 tahun 2023 (kanan).....	56
Gambar 26. Bentuk kontaminan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023	61
Gambar 27. Bentuk kontaminan mikroplastik di dermaga periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023	62
Gambar 28. Bentuk kontaminan mikroplastik di Kepulauan Seribu periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023	63
Gambar 29. Bentuk mikroplastik periode 1 tahun 2022 (a) dan periode 1	64
Gambar 30. Bentuk kontaminan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023.....	68
Gambar 31. Bentuk kontaminan mikroplastik di Dermaga periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023	69
Gambar 32. Bentuk kontaminan mikroplastik di Kepulauan Seribu periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023.....	70
Gambar 33. Bentuk kontaminan mikroplastik periode 2022-2023	71
Gambar 34. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di perairan laut dan muara Teluk Jakarta periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023.....	73
Gambar 35. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di dermaga periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023	74
Gambar 36. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di Kepulauan Seribu periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023	75
Gambar 37. Bentuk mikroplastik periode 1 2022 (a) dan periode 1	76
Gambar 38. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di perairan laut dan muara Teluk Jakarta periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023.....	78
Gambar 39. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di Dermaga periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023.....	79

Gambar 40. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di Kepulauan Seribu periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023	80
Gambar 41. Ukuran mikroplastik (μm) periode 2022-2023	81
Gambar 42. Persentase polimer yang terobservasi di perairan sekitar Jakarta saat sampling periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023.....	82
Gambar 43. Persentase polimer yang terobservasi di perairan sekitar Jakarta saat sampling periode 2 tahun 2023.....	84

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Saat ini terdapat pencemaran material acetaminophen atau parasetamol di Teluk Jakarta. Parasetamol merupakan senyawa kimia yang sering digunakan oleh penduduk Indonesia sebagai obat analgesik (penghilang rasa sakit) dan antipiretik (antinyeri dan antidemam). Terdapat beberapa dampak negatif dari parasetamol terhadap biota air yaitu gangguan reproduksi dan peradangan pada jaringan tubuh jenis kerang subtropis, kerang biru (*Mytilus edulis*). Berdasarkan penelitian tersebut, hipotesis Koagouw *et al.* (2021) menyatakan bahwa potensi pengaruh parasetamol terhadap kerang biru juga akan berdampak pada kerang hijau (*Perna viridis*) di Teluk Jakarta.

Lebih lanjut, hal yang mengkhawatirkan akibat dari pencemaran limbah farmasi adalah masalah keamanan pangan dan perikanan yang berbasis pada daerah tercemar. Selain itu berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Choi *et al.* (2018) menyatakan bahwa parasetamol sebesar 10 µg/L dan 30 µg/L dapat menyebabkan perubahan pada struktur jaringan masing-masing organ dan berpotensi mengubah keseimbangan fisiologis pada ikan.

Selain parasetamol terdapat juga sumber pencemaran yang berasal dari mikroplastik merupakan salah satu permasalahan yang menjadi perhatian global saat ini. Mikroplastik merupakan padat sintetik atau matrik polimer yang memiliki bentuk teratur atau tidak dengan ukuran 1 µm –5 mm dengan sifat susah larut dalam air. Mikroplastik cenderung mengapung pada kolom perairan dapat dengan mudah tertelan oleh organisme laut (Cordova, Purwiyanto dan Suteja 2019). Ukuran mikroplastik yang kecil membuatnya mudah tertelan oleh organisme di taraf trofik rendah (zooplankton). Selain itu, bahaya mikroplastik juga dapat berasal dari bahan aditif yang ditambahkan pada proses produksi.

Adapun dampak negatif dari mikroplastik bagi tubuh adalah terganggunya fekunditas, kapasitas makan, sistem pencernaan, kandungan feses dan mengakibatkan

efek akut serta kronis. Di tubuh manusia, mikroplastik dapat menyebabkan kanker, obesitas, dan kemandulan (Sharma dan Chatterjee 2017). Mikroplastik dapat terbioakumulasi dan terbiomagnifikasi melalui proses pemangsaan di rantai makanan (*trophic transfer*) (Mardiyana dan Kristianingsih 2020). Studi sebelumnya melaporkan eksistensi mikroplastik baik di sungai maupun atmosfer di Jakarta (Purwiyanto *et al.* 2022a; Purwiyanto *et al.* 2022b). Namun, sampai saat ini belum ada studi yang khusus mengkaji keberadaan mikroplastik di Teluk Jakarta dan perairan Kepulauan Seribu.

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta memiliki amanat untuk melindungi dan mengelola lingkungan hidup seperti amanat Undang Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Berdasarkan pasal 30 ayat (2) Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran, bahwa: "setiap orang mempunyai hak yang sama untuk mendapatkan informasi mengenai status mutu air dan pengelolaan kualitas air serta pengendalian pencemaran air".

Selanjutnya berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2008 tentang Standar Pelayanan Minimal (SPM) Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten, Pemerintah Provinsi menyelenggarakan pelayanan di bidang lingkungan hidup sesuai dengan SPM bidang lingkungan hidup yang terdiri atas salah satunya adalah pelayanan informasi status mutu air.

Pemantauan mikroplastik dan parasetamol merupakan upaya pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran yang akan menjadi titik tolak untuk pelaksanaan suatu program/kegiatan selanjutnya. Selain itu, berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 20 Tahun 2008 tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota, informasi status mutu air juga merupakan salah satu jenis pelayanan dasar bidang lingkungan hidup daerah provinsi. Oleh sebab itu, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta melakukan pemantauan kualitas lingkungan air laut dan muara Tahun 2023 untuk *emerging*

pollutant yang dilakukan sekurang-kurangnya 2 (dua) kali dalam setahun sebagai bentuk pelayanan dan upaya pengelolaan di bidang lingkungan hidup.

1.2. DASAR HUKUM

Dasar hukum yang digunakan dalam kegiatan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta yaitu:

1. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
2. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lampiran VIII Baku Mutu Air Laut);
3. Peraturan Presiden No. 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah;
4. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 6 Tahun 2009 tentang Laboratorium Lingkungan;
5. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air;
6. Standar Nasional Indonesia 6964.8:2015 bagian 8: metode pengambilan contoh uji air laut;
7. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 19 Tahun 2008 tentang Standar Pelayanan Minimal (SPM) Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten; dan
8. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 20 Tahun 2008 tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota.

1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

Kegiatan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta terkait *emerging pollutant* merupakan upaya Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk mendapatkan informasi terkait konsentrasi mikroplastik dan parasetamol di perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Adapun tujuan dari pemantauan kualitas lingkungan perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu terkait *emerging pollutant* meliputi:

1. Terukurnya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik di perairan Teluk Jakarta;
2. Terukurnya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik di Kepulauan Seribu;
3. Terukurnya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik di muara Teluk Jakarta;
4. Terukurnya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik di sekitar Pulau Reklamasi;
5. Tersusunnya analisis dan evaluasi hasil pemantauan pencemaran parasetamol dan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta;
6. Tersusunnya laporan pencemaran parasetamol dan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta; dan
7. Tersusunnya pedoman pelaksanaan pemantauan pencemaran parasetamol dan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta.

1.4. LUARAN

Luaran dari kegiatan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta meliputi:

1. Terukurnya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik pada 42 titik perairan Teluk Jakarta untuk 2 periode;
2. Terukurnya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik pada 11 titik Muara/Dermaga Sungai untuk 2 periode;
3. Terukurnya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik pada 3 titik sekitar pulau reklamasi untuk 2 periode;
4. Terukurnya konsentrasi parasetamol dan mikroplastik pada 7 titik Pulau Konservasi

dan Wisata Kepulauan Seribu untuk 2 periode;

5. Tersusunnya analisis dan evaluasi hasil pemantauan pencemaran parasetamol dan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta;
6. Tersusunnya laporan pemantauan pencemaran parasetamol dan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta; dan
7. Tersusunnya pedoman pelaksanaan pemantauan pencemaran parasetamol dan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta.

BAB 2. GAMBARAN UMUM KONTAMINAN PARASETAMOL DAN MIKROPLASTIK DI TELUK JAKARTA

Isu lingkungan terkait jenis-jenis kontaminan-kontaminan baru saat ini telah menjadi perhatian di banyak negara, terutama negara-negara maju, karena potensi dampaknya bagi biota yang hidup di perairan umum dan laut. Beberapa diantaranya adalah limbah cair organik, produk farmasi dan perawatan pribadi, senyawa pengganggu hormon (endokrin) dan kontaminan organik persisten. Saat ini di Indonesia, isu kontaminan farmasi (seperti parasetamol, tetrasiklin dan beragam anti biotik), dan kontaminan dari produk plastik (mikroplastik, makroplastik) menjadi perhatian pemerintah lokal maupun pusat. Terdapat dua jenis kontaminan baru yaitu parasetamol dan mikroplastik yang menjadi target kajian atau riset di Provinsi DKI Jakarta, terutama di perairan Teluk Jakarta.

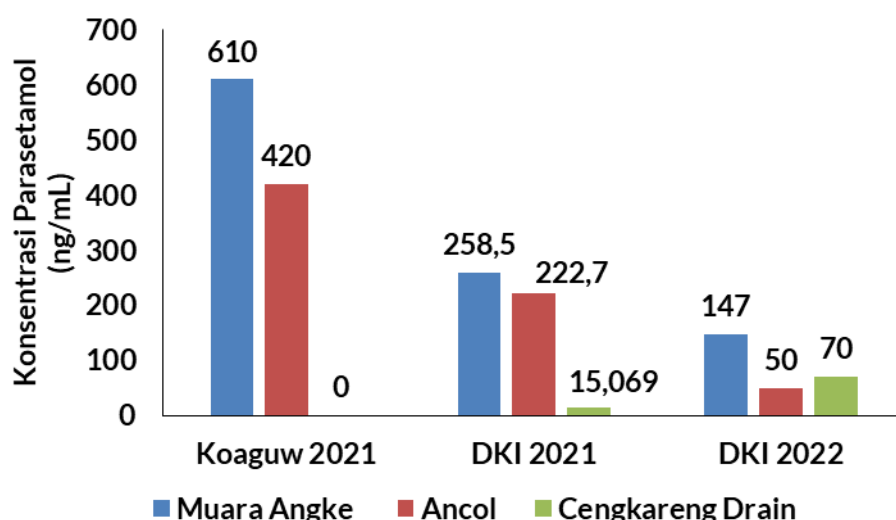
Parasetamol merupakan senyawa kimia yang sering digunakan sebagai obat analgesik (penghilang rasa sakit) dan antipiretik (antinyeri dan ant demam). Oleh karena itu, tidak mengherankan apabila parasetamol sering terdeteksi di tempat pemrosesan limbah cair (*waste water treatment plant*), perairan umum(sungai dan danau), (Diskowitzky *et al.*, 2016), dan kawasan pesisir atau tambak (Koagouw *et al.*, 2021, Hidayati *et al.* 2021)

Tingginya jumlah penduduk di kawasan Jabodetabek dan jenis obat yang dijual bebas tanpa resep dokter tersebut berpotensi sebagai sumber kontaminan di perairan pantai, seperti di muara sungai atau estuari, seperti Teluk Jakarta. Selain itu, sumber kontaminan parasetamol juga dapat berasal dari tidak berfungsi secara optimalnya sistem pengelolaan air limbah rumah sakit dan industri farmasi. Hal tersebut dapat mengakibatkan sisa pemakaian obat atau limbah pembuatan obat masuk dalam sungai yang akhirnya ke perairan pantai.

Hasil dari sebuah riset yang dilakukan di Teluk Jakarta (Koagouw *et al.* 2021) menunjukkan tingginya konsentrasi parasetamol di Muara Angke sebesar 610 ng/l, dan Ancol 420 ng/l dibandingkan berbagai refensi dari riset di berbagai daerah lain. Berdasarkan pengamatan Koagouw *et al.* (2021) terlihat bahwa parasetamol tercatat tinggi, namun pada pengamatan yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI tahun 2021 dan 2022, terlihat kandungan yang lebih rendah.

Kondisi ini menunjukkan bahwa konsentrasi kontaminan parasetamol di perairan sangat bervariasi antar waktu penelitian (musim atau pasang-surut). Keberadaan kontaminan parasetamol di perairan sebagai akibat buangan dapat berasal dari berbagai aktivitas farmasi industri farmasi, rumah sakit, laboratorium dan rumah tangga. Untuk lebih memahami kontributor utama yang menjadi penyebab pencemaran parasetamol diperlukan riset pemetaan dari asal sumber limbah parasetamol.

Hingga saat ini belum dapat dipastikan efek jangka panjang dari parasetamol terhadap kualitas lingkungan perairan. Namun, apabila kondisi tersebut dibiarkan dalam jangka waktu yang lama, potensi dampak negatif dapat terjadi terhadap ekosistem dan biota laut di sekitar Teluk Jakarta.



Gambar 1. Pola konsentrasi parasetamol dalam beberapa penelitian

Jika dibandingkan dengan dengan program pemantuan kontaminan farmasi yang dilakukan di bebeberapa negara Eropa, pemantauan kontaminan farmasi di Indoeesia atau bahkan di Asia Tenggara masih jauh tertinggal. Tujuh kelompok obat farmasi terapitik adalah dari kelompok: (1) anti-inflamantori dan analgesic; (2) antimicrobial (antibiotic, antifungal, antiviral, antiparasitik, disinfektan, antiseptic) dan antidote; (3) agent kardiovaskular; (4) agen sistem saraf sentral; (5) agent kemoterapitik dan media kontras sinar-X; (6) hormon dan antagonis hormon; (7) agen metabolic dan agen gastrointestinal (UNESCO&HELCOM, 2017). Data kontaminan farmasi yang disajikan umumnya adalah konsentrasi di sumber kontaminan dan sebarannya di perairan umum.

Selain kegiatan riset di lapangan, beberapa riset laboratorium juga telah dilakukan terutama di kawaran benua Eropa. Beberapa riset terkait efek parasetmol terhadap biota laut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Efek ibuprofen (parasetamol) pada biota laut

Spesies	Kondisi Uji	LOEC ($\mu\text{g/L}$)	End-points	Sumber
<i>Fucus vesiculosus</i>	10,100,1000 (4 minggu)	> 1000	Tidak ada efek nyata	Oskarson (2012)
<i>Gammarus spp</i>	10,100,1000 (4 minggu)	> 1000	Tidak ada efek nyata	Oskarson (2012)
		100	Physiologi : respirasi menurun	Oskarson (2012)
<i>Mytilus edulis trossulus</i>		1000	Physiologi: menurun SFG: menurun Kematian: > 1000	Ericson (2010)

*LOEC – *Lowest Observable Effect Concentration* (Efek Konsentrasi Terendah yang terobservasi), SFG – *Scope for Growth*

Hasil riset tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi ibuprofen atau parasetamol terhadap biota laut sangat tergantung pada konsentrasi dan lama atau durasi terpapar oleh kontaminan, serta jenis biota laut. Pada jenis krustasea (*Gammarus sp*),

konsentrasi parasetamol dengan konsentrasi 100 ppb menyebabkan gangguan pernapasan pada biota (penurunan respirasi), sedangkan pada jenis *Bivalvia*, *Mytilus edulis* (jenis kerang biru) baru dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan pada konsentrasi 1000 ppb. Namun demikian hasil riset terbaru juga menunjukkan bahwa konsentrasi hanya 40 ppt dapat menyebabkan gangguan reproduksi (Koagouw *et al.* 2021).

Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel padat sintetis atau matrik polimer yang memiliki bentuk teratur atau tidak dengan ukuran 1–5000 µm dengan sifat susah larut di air (Frias dan Nash 2019). Mikroplastik dapat dibedakan menjadi mikroplastik primer dan sekunder (Boucher dan Friot 2017). Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang sengaja diproduksi dengan ukuran mikroskopis (Auta *et al.* 2017) dan umumnya digunakan sebagai agen pembersih dan produk kecantikan (Murphy *et al.* 2016). Mikroplastik sekunder berasal dari hasil fragmentasi plastik berukuran lebih besar (Estahbanati dan Fahrenfeld 2016; Auta *et al.* 2017).

Sifat mikroplastik yang mudah tertelan pada taraf tropik yang rendah mengakibatkan mikroplastik ini dapat terakumulasi (Batel *et al.* 2018; Karlsson *et al.* 2017) pada sel dan jaringan (Sharma and Chatterjee 2017) serta dapat berpindahkan ke tingkat trofik yang lebih tinggi melalui rantai makanan (Carbery *et al.* 2018). Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, minuman, dan pernafasan (Vethaak dan Leslie 2016).

Bioakumulasi dan biomagnifikasi akan menyebabkan peningkatan risiko dan toksisitas pada predator yang berada di puncak rantai makanan (Carbery *et al.* 2018; Ferreira *et al.* 2018; Fonte *et al.* 2016). Lebih jauh lagi bahwa mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat menimbulkan kemandulan, obesitas, dan kanker (Sharma and Chatterjee 2017) karena dapat terserap pada limpa, pembuluh vena, bahkan sampai ke otak (Barboza *et al.* 2018). Tingkat paparan manusia terhadap mikroplastik merupakan parameter kunci yang mempengaruhi kesehatan (Wright and

Kelly 2017), bahkan dalam kondisi kronis mikroplastik yang masuk dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kematian (Prata 2018).

Oleh sebab itu diperlukan adanya pemantauan kualitas perairan terkait *emerging pollutant* secara berkala dengan melihat periode musim (barat dan timur) di perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Hal ini merupakan upaya dari Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk memperoleh informasi mengenai *emerging pollutant* khususnya parasetamol dan mikroplastik di perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu.

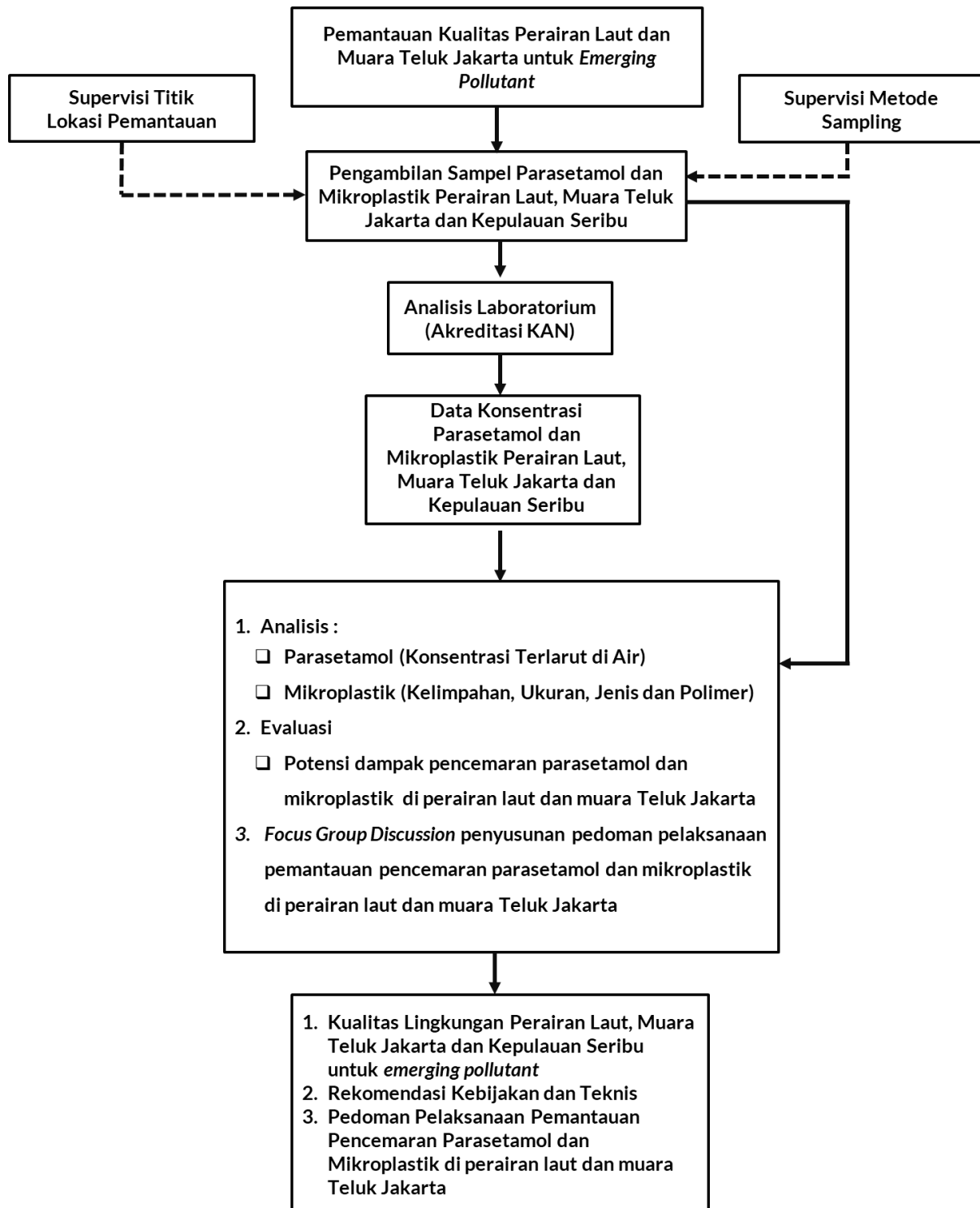
BAB 3. METODE PEMANTAUAN

Kegiatan ini menggunakan data primer dan data sekunder dari dua jenis *emerging pollutant* (parasetamol dan mikroplastik) di perairan laut dan muara Teluk Jakarta serta Kepulauan Seribu. Data primer diperoleh dengan pengambilan sampel mikroplastik dan parasetamol yang dilakukan secara in situ pada lokasi-lokasi yang sudah ditentukan, serta analisis sampel di laboratorium terakreditasi KAN 17025. Adapun laboratorium yang dipilih untuk melakukan analisis sampel adalah Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi DKI Jakarta untuk sampel parasetamol dan Laboratorium Pusat Studi Biofarmaka IPB University untuk sampel mikroplastik. Sedangkan data sekunder terkait *emerging pollutant* diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta.

Tahapan kegiatan pemantauan kontaminan baru (*emerging pollutants*) disajikan dalam diagram alir (**Gambar 2**) dimulai dari penentuan prioritas jenis kontaminan baru, penentuan lokasi pengambilan sampel air laut, pemilihan metoda pengambilan sampel air laut, analisis sampel air laut, evaluasi dan penyajian hasil pemantauan. Lokasi pemantauan dilakukan kontaminan baru ini didasarkan titik-titik atau stasiun yang telah menjadi kegiatan rutin DLH DKI Jakarta ditambah untuk beberapa pulau kecil di Kepulauan Seribu (**Tabel 2**, **Tabel 3** dan **Gambar 3**). Sedangkan frekuensi pemantauan ditetapkan dua kali yaitu pada bulan Maret mewakili musim angin barat (atau musim hujan), dan bulan September mewakili musim angin timur (atau musim kemarau).

Pemilihan lokasi untuk pemantauan parasetamol dan mikroplastik di Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu dilakukan pada 63 titik pengamatan. Enam puluh tiga titik sampling terdiri dari 42 titik pantau permanen pada perairan laut dan muara Teluk Jakarta, ditambah 21 titik pantau tambahan yang didasari oleh analisis terkait ekoregion perairan, wilayah administrasi dan juga kepadatan penduduk. Adapun titik pantau tambahan meliputi: 11 titik pada Dermaga sungai; 3 titik di sekitar pulau Reklamasi; dan 7 titik pada pulau berpenghuni dan tidak berpenghuni di Kepulauan

Seribu. Pengambilan data periode 1 (musim angin barat) pada tanggal 8-12 Mei 2023, sedangkan periode 2 (musim angin timur) pada tanggal 21-22 dan 25-26 September 2023.



Gambar 2. Diagram alir pelaksanaan kegiatan

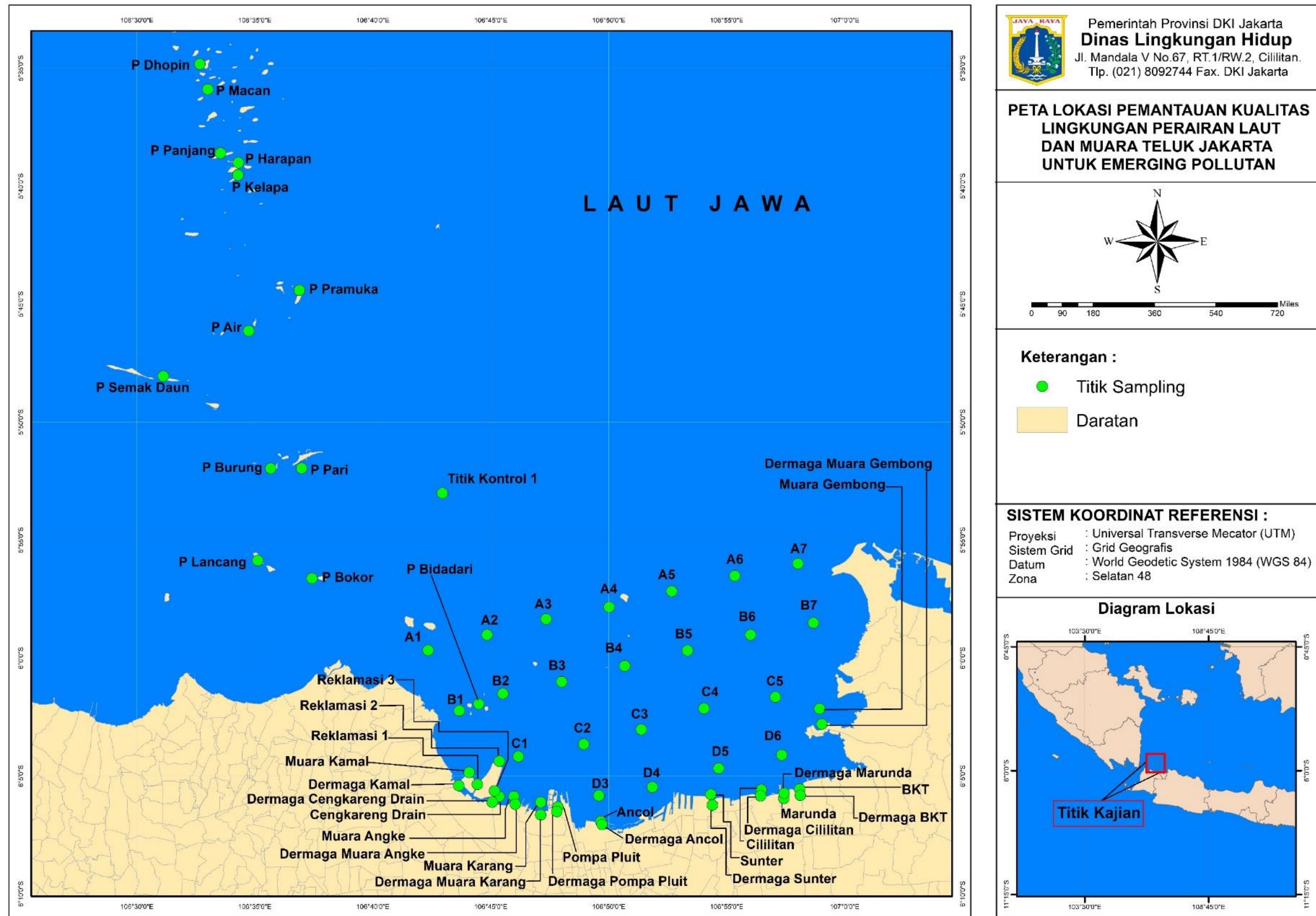
Tabel 2. Lokasi dan frekuensi pengambilan sampel 42 titik perairan Teluk Jakarta

No.	Lokasi	Titik Pemantauan	Lokasi	Sampel	
				Musim Angin Barat	Musim Angin Timur
1.	Muara	Ancol	S 06° 06'55.5" E 106°49'39.7"	1	1
2.		Sunter	S 06° 05'46.9" E 106°54'19.4"	1	1
3.		Cilincing	S 06° 05'49.64"E 106°56'23.46"	1	1
4.		Marunda	S 06° 05'49.6"E 106° 57'25.0"	1	1
5.		Muara Gembong	S 06° 02'09.1"E 106° 58'56.0"	1	1
6.		Gd. Pompa Pluit	S 06° 06'18.9"E 106° 47'50.4"	1	1
7.		Muara Karang	S 06° 06'06.65"E 106° 47'06.70"	1	1
8.		Muara Angke	S 06° 05'51.81"E 106° 45'58.34"	1	1
9.		Cengkareng Drain	S 06° 05'52.0"E 106° 45'20.9"	1	1
10.		Muara Kamal	S 06° 04'50.8"E 106° 44'04.6"	1	1
11.		Muara BKT	S 06° 05'33.3"E 106° 58'05.5"	1	1
12.	Laut Jakarta	A 1	S 05° 59'40.3"E 106° 42'20.5"	1	1
13.		A 2	S 05° 59'00.7"E 106° 44'50.3"	1	1
14.		A 3	S 05° 58'20.9"E 106° 47'20.3"	1	1
15.		A 4	S 05° 57'50.4"E 106° 50'00.8"	1	1
16.		A 5	S 05° 57'10.1"E 106° 52'40.0"	1	1
17.		A 6	S 05° 56'30.8"E 106° 55'20.2"	1	1
18.		A 7	S 05° 56'00.1" E 106° 58'00.8"	1	1
19.		B 1	S 06° 02'13.8" E 106° 43'39.6"	1	1
20.		B 2	S 06° 01'30.4" E 106° 45'30.6"	1	1
21.		B 3	S 06° 01'00.3" E 106° 48'00.2"	1	1
22.		B 4	S 06° 00'20.11"E 106° 50'40.3"	1	1
23.		B 5	S 05° 59'40.8" E 106° 53'20.0"	1	1
24.		B 6	S 05° 59'00.9"E 106° 56'00.1"	1	1
25.		B 7	S 05° 58'30.7"E 106° 58'40.3"	1	1
26.		C 2	S 06° 04'10.3"E 106° 46'10.0"	1	1
27.		C 3	S 06° 03'39.0"E 106° 48'56.2"	1	1
28.		C 4	S 06° 03'01.6"E 106° 51'22.5"	1	1
29.		C 5	S 06° 02'08.2"E 106° 54'01.9"	1	1
30.		C 6	S 06° 01'39.1"E 106° 57'03.5"	1	1

No.	Lokasi	Titik Pemantauan	Lokasi	Sampel	
				Musim Angin Barat	Musim Angin Timur
31.		D 3	S 06° 05'49.7"E 106° 49'34.5"	1	1
32.		D 4	S 06° 05'28.0"E 106° 51'50.7"	1	1
33.		D 5	S 06° 04'40.4"E 106° 54'39.3"	1	1
34.		D 6	S 06° 04'06.4"E 106° 57'19.8"	1	1
35.	Kepulauan Seribu	PS 1 (Titik Kontrol 1)	S 05°53'00.6" E 106°42'56.7"	1	1
36.		PS 2 (Pulau Lancang)	S 05°55'51.8" E 106°35'07.2"	1	1
37.		PS 3 (Pulau Pari)	S 05°51'57.5" E 106°36'58.7"	1	1
38.		PS 4 (Pulau Pramuka)	S 05° 57'50.4"E 106° 50'00.8"	1	1
39.		PS 5 (Pulau Semak Daun)	S 05° 57'10.1"E 106° 52'40.0"	1	1
40.		PS 6 (Pulau Harapan)	S 05°39'00.32"E106°34'17.92"	1	1
41.		PS 7 (Pulau Tidung)	S 05° 56'00.1"E 106° 58'00.8"	1	1
42.		PS 8 Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2)	S 06° 02'13.8" E 106° 43'39.6"	1	1

Tabel 3. Lokasi dan frekuensi pengambilan sampel 21 titik Dermaga, pulau reklamasi, pulau konservasi dan wisata Kepulauan Seribu

No.	Titik Pemantauan	Lokasi	Sampel	
			Musim Angin Barat	Musim Angin Timur
1.	Dermaga Muara Kamal	S 06° 05'24.5"E 106° 43'38.3"	1	1
2.	Dermaga Cengkareng Drain	S 06° 06'06.2"E 106° 45'03.4"	1	1
3.	Dermaga Muara Angke	S 06° 06'11.8"E 106° 46'02.0"	1	1
4.	Dermaga Muara Karang	S 06° 06'39.0"E 106° 47'06.8"	1	1
5.	Dermaga Pompa Pluit	S 06° 06'30.1"E 106° 47'47.7"	1	1
6.	Dermaga Muara Gembong	S 06° 02'47.9"E 106° 59'01.8"	1	1
7.	Dermaga BKT	S 06° 05'49.1"E 106° 58'06.7"	1	1
8.	Dermaga Marunda	S 06° 05'52.0"E 106° 57'24.1"	1	1
9.	Dermaga Cilincing	S 06° 05'52.1"E 106° 56'23.4"	1	1
10.	Dermaga Sunter	S 06° 06'14.0"E 106° 54'23.1"	1	1
11.	Dermaga Ancol	S 06° 07'03.4"E 106° 49'42.7"	1	1
12.	Pulau Reklamasi 1	S 06° 05'21.5" E 106° 44'25.6"	1	1
13.	Pulau Reklamasi 2	S 06° 04'22.6" E 106° 45'21.7"	1	1
14.	Pulau Reklamasi 3	S 06° 05'37.6" E 106° 45'09.3"	1	1
15.	Pulau Macan	S 05° 35'53.8" E 106° 33'00.2"	1	1
16.	Pulau Panjang	S 05° 38'36.2" E 106° 33'32.5"	1	1
17.	Pulau Kelapa	S 05° 39'31.6" E 106° 34'16.9"	1	1
18.	Pulau Air	S 05° 46'08.1" E 106° 34'44.1"	1	1
19.	Pulau Burung	S 05° 51'57.7" E 106° 35'39.8"	1	1
20.	Pulau Bokor	S 05° 56'37.2" E 106° 37'25.0"	1	1
21.	Pulau Bidadari	S 06° 01'56.7" E 106° 44'30.8"	1	1
TOTAL SAMPEL			21	21



Gambar 3. Peta lokasi pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan muara Teluk Jakarta untuk *emerging pollutant*

3.1. Kontaminan Parasetamol

3.1.1. Pengambilan dan Pengujian Sampel Air Laut Kontaminan Parasetamol

Sampel air laut permukaan untuk kontaminan parasetamol diambil pada kedalaman ± 20 cm dari permukaan laut dengan menggunakan botol kaca gelap (amber). Setelah sampel diambil, kemudian dimasukkan dalam *coolbox* yang sudah diberikan pendingin (*icepack*) dan segera diangkut ke laboratorium dan disimpan dalam refrigerator dengan suhu 4°C hingga analisis lebih lanjut. Proses pengumpulan, penyimpanan dan persiapan sampel dilakukan sesuai dengan standar praktik laboratorium yang baik, berpedoman kepada US-EPA (Decker dan Simmons 2013) dan *American Public Health Association (APHA)* (Baird *et al.* 2017).

Kuantifikasi parasetamol dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi DKI Jakarta (diakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional ISO/IEC 17025:2005). Tahapan dalam pengujian analisis sampel parasetamol air laut yang dilakukan oleh Labkesda DKI memodifikasi dari penelitian yang dilakukan oleh Olivares *et al.* (2013) yang berjudul *Assesment of the Presence of Pharmaceutical Compounds in Seawater Sampels from Coastal Area of Gran Canaria Island* (Spain). Adapun tahapan pengujian adalah sebagai berikut:

1. Penyaringan sampel sebanyak 250 mL menggunakan kertas saring (*Filter Discs Grade: 390 diameter 125 mm from Sartorius*);
2. Pengambilan sampel sebanyak 3 mL dari hasil penyaringan dengan menggunakan pipet;
3. Tambahkan 10 μ L ISTD Mefruside 10 ppm;
4. Masukkan sampel kedalam Sep-Pak C18 Nexus yang telah dikondisioning dengan 3 mL metanol dan 3 mL aquabidest;
5. Dicuci kembali dengan aquabidest sebanyak 1 mL (masing-masing sebanyak 2 kali);
6. Elusi dengan 3 mL Metanol p.a;

7. Pekatkan pada suhu 40°C sampai kering;
8. Larutkan dengan 150µL fase gerak; dan
9. Injeksi pada *Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry* (LC-MS/MS).

Dalam pengujian kontaminan parasetamol, standard reference material (SRM) yaitu Acetaminophen USP digunakan sebagai tahapan jaminan kualitas hasil (QC). Adapun tahapan dalam pembuatan SRM adalah sebagai berikut:

1. Larutan standar parasetamol 1000 µg/mL dibuat dengan menimbang 1 mg standard yang dilarutkan dengan metanol ad 1 ml;
2. Larutan standar parasetamol 10 µg/mL dibuat dengan memipet 10 µl larutan standar 1000 µg/mL, encerkan dengan metanol ad 1 ml;
3. Larutan standar parasetamol 100 ng/mL dibuat dengan memipet 10 µl larutan standar 10 µg/mL, encerkan dengan metanol ad 1 ml.

Langkah selanjutnya adalah pembuatan standar untuk kurva kalibrasi (QC). Pembuatan standar ini dilakukan dengan mempersiapkan larutan induk parasetamol 100 ng/mL. Larutan ini kemudian dibuat deret kurva kalibrasi dalam air laut 3 ml, sehingga didapat kadar akhir dalam air laut berkisar 0,5; 1; 2 dan 5 ng/mL.

Tahap berikutnya adalah dilakukan QA yang terbagi menjadi 2 tahap yaitu Standar Internal Mefruside dan Uji Kesesuaian Sistem. Secara rinci langkah-langkah dalam tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Standar Internal Mefruside
 - Larutan standar internal Mefruside 1000 µg/mL dibuat dengan menimbang 1 mg standard yang dilarutkan dengan Metanol ad 1 ml
 - Larutan standar internal Mefruside 10 µg/mL dibuat dengan memipet 100 µl larutan standar 1000 µg/mL ,encerkan dengan Metanol ad 10,0 ml.
2. Uji Kesesuaian Sistem
 - Dilakukan *inject* standar parasetamol dan standar internal mefruside non ekstraksi, untuk melihat *retention time* (RT), pecahan ion (M/Z) dan area harus

sesuai dengan batas keberterimaan alat LCMS/MS Agilent yaitu Area RSD < 10%, RT $\pm$ 2% atau 0.1 menit.

3.2. Kontaminan Mikroplastik

3.2.1. Pengambilan Sampel Air Laut Kontaminan Mikroplastik

Sampel mikroplastik didapatkan dari sejumlah air yang disaring pada titik pengamatan dengan menggunakan *round net*. Adapun *round net* yang digunakan memiliki ukuran *mesh size* sebesar 300 μ m dan jari-jari 0,25m serta dilengkapi *flow meter* yang berfungsi untuk menghitung volume air tersaring. Saat pengambilan sampel, *round net* diletakkan pada bagian depan kapal dengan tujuan mengurangi kontaminasi dari kapal dan sedimen. Penarikan *round net* dilakukan secara horizontal selama 5-10 menit.

Setelah proses penarikan selesai, *round net* diangkat dan disiram dengan air laut dari bagian luar agar sampel masuk ke bagian *cod-end bucket*. Sampel dari *cod-end bucket* kemudian dipindahkan ke botol kaca tertutup. Agar semua sampel terambil dengan maksimal dan meminimalisir *cross-contamination* antar titik pengamatan, jaring dan *cod-end bucket* dicuci kembali dengan aquades. Sampel yang didapatkan kemudian disimpan dalam *coolbox* untuk kemudian dibawa ke laboratorium untuk tahap selanjutnya.

3.2.2. Proses Laboratorium

Proses analisis mikroplastik di laboratorium terbagi menjadi 3 tahap yaitu: (1) ekstraksi mikroplastik; (2) identifikasi mikroplastik; dan (3) QA dan QC. Secara rinci tahapan dalam proses analisis dijelaskan pada sub-bab dibawah ini.

3.2.2.1. Ekstraksi Mikroplastik

Ekstraksi mikroplastik mengikuti prosedur yang dilakukan pada studi sebelumnya (Suteja *et al.* 2021). Sampel air selanjutnya dipisahkan antara material plastik dan non plastik, serta plastik berukuran besar dari dalam botol kaca dengan menggunakan metode visual di laboratorium. Semua sampel yang dipisahkan dicuci

dengan aquades agar mikroplastik yang menempel terlepas. Sampel yang didapatkan kemudian di saring secara bertingkat (5.000 dan 200 μm) dengan saringan *stainless steel* bertingkat. Hasil saringan kemudian dipindahkan ke tabung rekasi steril dengan menggunakan aquades dan ditambahkan 3-5 ml hidrogen peroksida (H_2O_2) 30%.

Penggunaan hidrogen peroksida bertujuan untuk menghancurkan bahan organik yang masih tercampur pada sampel. Sampel kemudian di panaskan pada *waterbath* pada suhu 60°C selama 24-48 jam. Setelah penghancuran bahan organik selesai, sampel mikroplastik dipindahkan ke kertas saring Whatman selulose nitrat sterile (0.45 μm *pore size*, 47 mm *circle*) dengan metode pemakuman (penyedotan) dan kemudian di keringkan dengan menggunakan oven selama 24 jam pada suhu 60°C .

3.2.2.2. Identifikasi Mikroplastik

Identifikasi mikroplastik dibedakan menjadi tiga yaitu bentuk, ukuran dan komposisi kimia partikel (jenis polimer). Bentuk dan ukuran mikroplastik diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo yang dilengkapi dengan kamera. Prosedur identifikasi bentuk dan ukuran mikroplastik mengikuti kriteria yaitu tidak ada struktur organik yang terlihat; partikel memiliki warna yang homogen dan tidak mengkilat; fiber tidak tersegmentasi atau bercabang, memiliki ketebalan yang homogen dan tidak runcing di bagian ujung, memiliki warna tidak alami (kontras), warna tidak wajar, bentuk tidak wajar (seperti bulat sempurna), fleksibel atau dapat di kompres, serat yang tetap utuh ketika di pegang dengan pinset dan mengkilap (Horton *et al.* 2017; Mohamed Nor dan Obbard 2014).

Bentuk mikroplastik dibedakan berdasarkan penelitian sebelumnya menjadi fiber, fragmen, granule dan film. Ukuran mikroplastik dibedakan menjadi empat kategori utama yaitu <300, 300-500, 500-1.000, dan >1.000 μm (Cordova *et al.* 2019; Suteja *et al.* 2021). Pengukuran panjang mikroplastik dibantu dengan menggunakan software ImageJ yang dilengkapi dengan patokan ukuran panjang. Untuk konfirmasi komposisi kimia dari mikroplastik, dipilih partikel secara acak. Identifikasi jenis polimer

mikroplastik diidentifikasi dengan μ FTIR *spectroscopy* (JASCO FTIR Microscopes IRT-7200 VC with FT/IR-6800FV *Full-vacuum System*). Polimer yang terdeteksi diidentifikasi berdasarkan database yang tersedia pada library dan website (<https://openanalysis.org/openspecy/>).

3.2.2.3. QA dan QC

Sebelum menggunakan μ FTIR *spectroscopy*, dilakukan perbandingan antara library data pada μ FTIR spektrum, serta antara partikel yang ditemukan dengan standar polymer dari Thermo-scientific, Shimadzu. Untuk meminimalisir kontaminasi, maka selama proses ekstraksi dan pengamatan selalu menggunakan sarung tangan latex, pakaian laboratorium yang terbuat dari katun 100%, menggunakan ruangan yang bersih dan tertutup (Cordova *et al.* 2019; Suteja *et al.* 2021).

Selain itu, semua alat laboratorium (botol sampel, tabung reaksi, pinset, dan saringan) yang dipakai terbuat dari bahan non plastik (kaca atau *stainless steel*). Semua alat laboratorium disterilisasi terlebih dahulu sebelum digunakan dan sampel disimpan dalam kondisi tertutup ketika tidak di analisis. Untuk mengontrol kontaminasi dari udara terutama dari bahan fiber sintetik dilakukan dengan meletakkan kertas saring bersih di sekitar mikroskop dan alat penyaring (Cordova *et al.* 2019; Suteja *et al.* 2021). Kertas saring ini kemudian di observasi dibawah mikroskop setelah semua proses laboratorium selesai.

3.3. Analisis Data

Analisis data kelimpahan mikroplastik dan konsentrasi parasetamol pada setiap titik pengamatan dilakukan dengan analisis deskriptif dan statistik. Variasi antar titik pengamatan dan waktu sampling dianalisis beda nyata dengan uji non parametrik Kruskal-Wallis dan Mann Whitney pairwise post hoc dengan taraf signifikan $p < 0.05$.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kontaminan Parasetamol

Salah satu kandungan yang terdapat pada produk obat atau farmasi yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia termasuk anak-anak secara bebas tanpa resep dokter adalah parasetamol. Parasetamol merupakan senyawa kimia yang sering digunakan sebagai obat analgesik (penghilang rasa sakit) dan antipiretik (antinyeri dan antidemam). Tingginya jumlah penduduk di kawasan Jabodetabek dan jenis obat yang dijual bebas tanpa resep dokter tersebut berpotensi sebagai sumber kontaminan pada perairan khususnya di Teluk Jakarta.

Selain itu, sumber kontaminan parasetamol juga dapat berasal dari tidak berfungsi secara optimalnya sistem pengelolaan air limbah pada rumah sakit dan industri farmasi. Hal tersebut dapat mengakibatkan sisa pemakaian obat atau limbah pembuatan obat masuk dalam sungai yang akhirnya ke perairan pantai.

Pengambilan sampel air laut parasetamol pada tahun 2023 dilakukan pada 63 titik lokasi pengambilan sampel yang meliputi: (1) 11 titik pada muara Teluk Jakarta; (2) 11 titik pada dermaga Teluk Jakarta; (3) 23 titik pada perairan laut Teluk Jakarta; (4) 15 titik pada Kepulauan Seribu; dan (5) 3 titik pada pulau reklamasi di Teluk Jakarta. Adapun analisis konsentrasi parasetamol dilakukan dengan metode penyaringan dari seluruh sampel air yang diambil yaitu sebanyak 250 ml. Secara rinci, sebaran dan konsentrasi parasetamol di Teluk Jakarta, Pulau Reklamasi dan Kepulauan Seribu berdasarkan hasil pengukuran dijelaskan pada sub-bab berikut.

4.1.1. Konsentrasi dan Sebaran Kontaminan Parasetamol

4.1.1.1. Kontaminan Parasetamol pada Musim Angin Barat (Musim Hujan)

Konsentrasi parasetamol di kawasan dermaga dan muara Teluk Jakarta pada musim angin barat atau musim hujan disajikan pada **Gambar 4**. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa nilai konsentrasi parasetamol pada kawasan dermaga berkisar antara 0,185-3,971 ppb. Nilai konsentrasi parasetamol tertinggi didapatkan

pada titik pengamatan Muara Karang yaitu sebesar 3,971 ppb. Sedangkan nilai konsentrasi parasetamol terendah ditemukan pada titik pengamatan Cengkareng Drain yaitu sebesar 0,185 ppb.

Sementara konsentrasi parasetamol pada kawasan muara Teluk Jakarta (**Gambar 4**) berkisar antara 0,187-9,058 ppb. Adapun konsentrasi parasetamol tertinggi ditemukan pada titik pengamatan Reklamasi 1 yaitu sebesar 9,058 ppb. Sementara nilai terendah didapatkan pada titik pengamatan Cengkareng Drain yaitu sebesar 0,187 ppb.

Mengacu pada **Gambar 4** diketahui bahwa konsentrasi parasetamol pada kawasan Dermaga dan Muara Teluk Jakarta di tahun 2023 relatif lebih rendah dibandingkan dengan periode 1 tahun 2022. Adanya perbedaan nilai tersebut dimungkinkan karena adanya perbedaan metode dalam analisis laboratorium dimana pada periode 1 tahun 2022 dilakukan tanpa penyaringan sedangkan pada tahun 2023 dilakukan dengan penyaringan. Selain itu sampel yang disaring di tahun 2023 sebanyak 250ml (1 botol sampel) sedangkan pada tahun 2022 hanya 15 ml dari 250ml botol sampel.

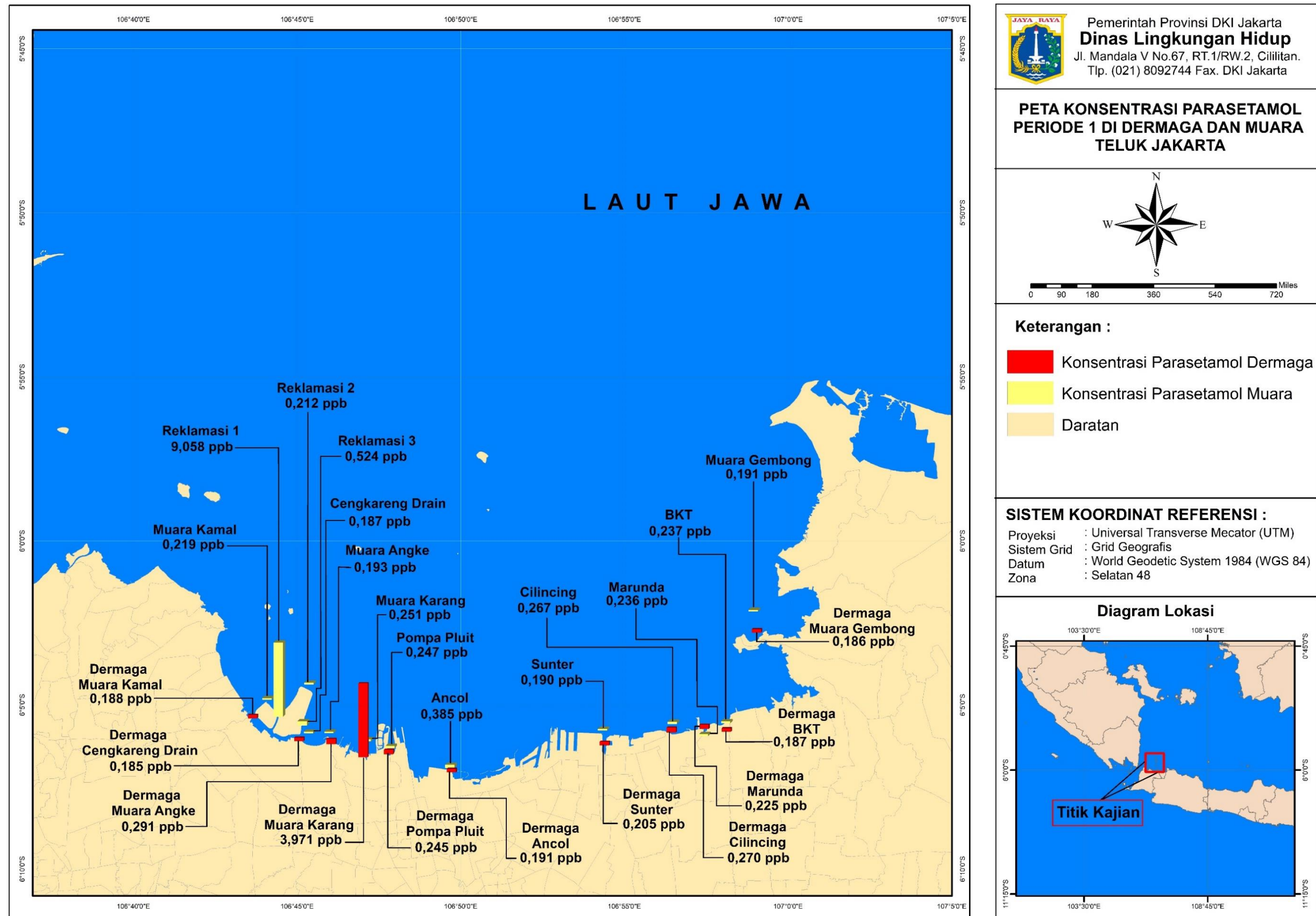
Mengacu pada **Gambar 5** diketahui bahwa nilai konsentrasi parasetamol pada perairan laut Teluk Jakarta berkisar antara 0,184-29,502 ppb. Nilai konsentrasi parasetamol tertinggi didapatkan pada titik pengamatan C4 yaitu sebesar 29,502 ppb. Sementara nilai konsentrasi parasetamol terendah sebesar 0,184 ppb ditemukan pada titik pengamatan B1.

Konsentrasi parasetamol di perairan Teluk Jakarta dapat dikategorikan relatif tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi parasetamol yang terpublikasi di beberapa wilayah dunia. Hal ini menjadi keprihatian kami, karena terdapat dua skenario kemungkinan, yaitu: (1) jika konsentrasi parasetamol menggambarkan benar-benar data yang ada di lapangan, maka masalah utama dalam hal pengelolaan instalasi air limbah (IPAL) menjadi sumber utama dan juga tatakelola dalam penggunaan obat oleh publik yang perlu di perketat terutama obat yang habis masa pakainya; (2) dalam

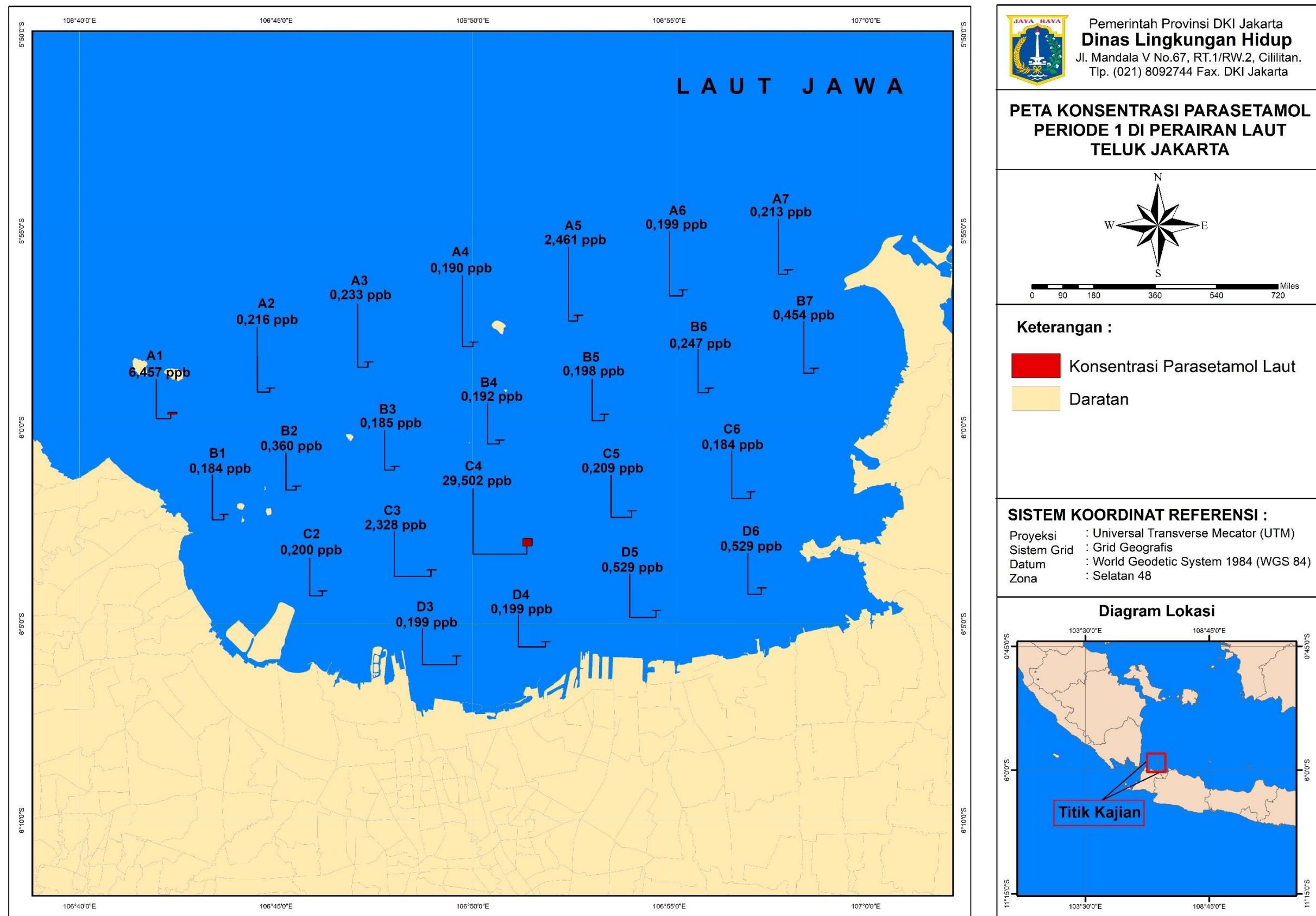
analisis laboratorium ada potensi kekurangakuratan analisis. Walau, kami menyadari data yang diperoleh memberikan gambaran yang sebagian besar konsentrasi parasetamol ada dikisaran 0.18–2.46 ppb. Sehingga hasil pengujian kontaminan parasetamol di titik C4 secara statistik sebagai '*outlier*' (diluar data sebaran kurva normal).

Konsentrasi parasetamol pada perairan Kepulauan Seribu disajikan pada **Gambar 6**. Berdasarkan gambar tersebut dapat terlihat bahwa konsentrasi parasetamol berkisar antara 0,185–21,445 ppb. Konsentrasi terendah dijumpai pada titik pengamatan Pulau Pramuka sebesar 0,185 ppb. Konsentrasi parasetamol di hampir semua pesisir pulau di bawah 0,5 ppb artinya konsentrasi relatif seragam di semua pesisir pulau-pulau di kepulauan Seribu, kecuali di dua pulau yaitu Pulau Semak Daun sebesar 21,445 ppb dan Pulau Bokor 4,075 ppb.

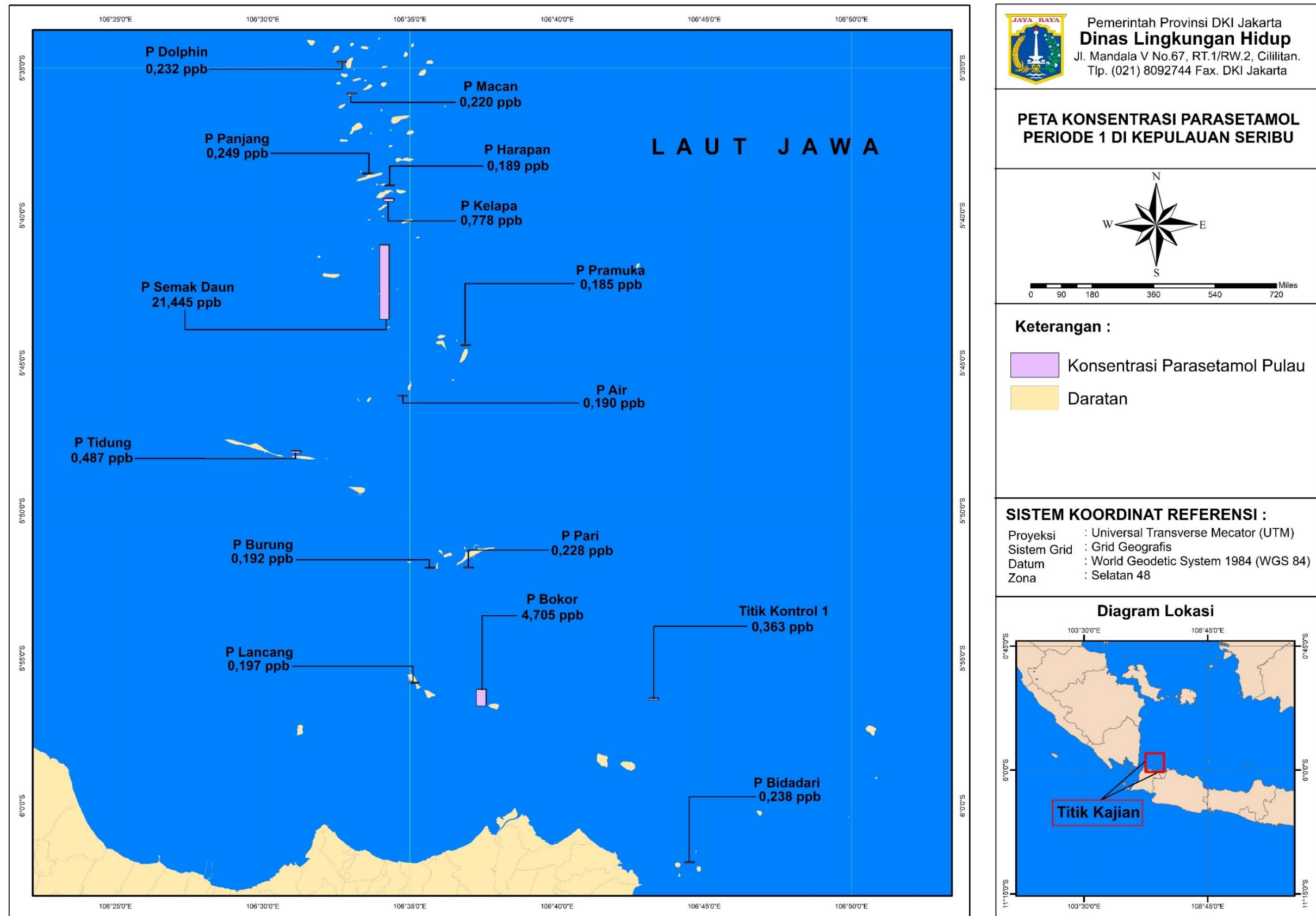
Terdapat dua kemungkinan skenario terkait tingginya konsentrasi parasetamol di dua pulau tersebut. *Pertama*, jika analisis laboratorium benar-benar merefleksikan kenyataan lapangan, maka potensi sumber kontaminan parasetamol dapat berasal dari kegiatan ilegal misalnya, adanya pembuangan limbah parasetamol secara sengaja, sehingga menyebabkan konsentrasi parasetamol yang sangat tinggi jauh dari konsentrasi parasetamol di pulau-pulau yang lain umumnya kurang dari 0,5 ppb. *Kedua*, konsentrasi kontaminan parasetamol umumnya memang sangat kecil di perairan laut karena jauh dari sumber kegiatan industri, dan perairan alami seharusnya tidak mengandung kontaminan tersebut, oleh karena itu potensi ketidakakuratan analisis dapat saja terjadi, yaitu akibat *human error* atau kesalahan analisis. Tanpa mengurangi keabsahan data, secara statistika, sebaran data konsentrasi parasetamol ada dalam kisaran 0,18–0,50 ppb, dengan dua data konsentrasi parasetamol sebagai *outlier* (yaitu data dari Pulau Bokor dan Pulau Semak Daun).



Gambar 4. Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 1 (musim angin barat/musim hujan) di dermaga dan muara Teluk Jakarta tahun 2023



Gambar 5. Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 1 (musim angin barat/musim hujan) di perairan laut Teluk Jakarta tahun 2023



Gambar 6. Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 1 (musim angin barat/musim hujan) di Kepulauan Seribu tahun 2023

Secara ringkas, selama sampling bulan Mei, periode 1 tahun 2023, dapat kami sajikan pada dengan diagram *boxplot* (**Gambar 7**) dan **Tabel 4-Tabel 7**. Gambaran umum menunjukkan bahwa sebaran kontaminan parasetamol hampir disemua lokasi sampling (dermaga, muara sungai, perairan laut dan Kepulauan Seribu) menyebar merata dengan konsentrasi umumnya di bawah 0,5 ppb. Di empat lokasi sampling secara visual ada di median konsentrasi 0,25 ppb (**Gambar 7A**).

Apabila dicermati lebih dalam untuk perairan laut Teluk Jakarta, konsentrasi parasetamol menyajikan konsentrasi yang sangat tinggi variasi konsentrasi kontaminan parasetamol yaitu antara 0,18 dan 2,46 ppb dengan dua nilai *outlier* yaitu di Stasiun C4 (29,50 ppb) dan Stasiun A1 (6,46 ppb). **Gambar 7B** menyajikan tren konsentrasi parasetamol di perairan laut Teluk Jakarta cenderung menurun dari titik-titik sampling di dekat daratan menuju kearah laut, kecuali di zona C dengan variasi yang hampir sama dengan zona D. Hal ini dapat dipahami akibat proses pengenceran air laut.

Tabel 4. Konsentrasi parasetamol periode 1 (musim angin barat) zona muara

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 1 (Musim Angin Barat)
1	Muara Kamal	0,219
2	Reklamasi 1	9,058
3	Reklamasi 2	0,212
4	Reklamasi 3	0,524
5	Cengkareng Drain	0,187
6	Muara Angke	0,193
7	Muara Karang	0,251
8	Pompa Pluit	0,247
9	Ancol	0,385
10	Sunter	0,190
11	Cilincing	0,267
12	Marunda	0,236
13	BKT	0,237
14	Muara Gembong	0,191

Tabel 5. Konsentrasi parasetamol periode 1 (musim angin barat) zona dermaga

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 1 (Musim Angin Barat)
1	Muara Kamal	0,188
2	Cengkareng Drain	0,185
3	Muara Angke	0,291
4	Muara Karang	3,971
5	Pompa Pluit	0,245
6	Ancol	0,191
7	Sunter	0,205
8	Cilincing	0,270
9	Marunda	0,225
10	BKT	0,187
11	Muara Gembong	0,186

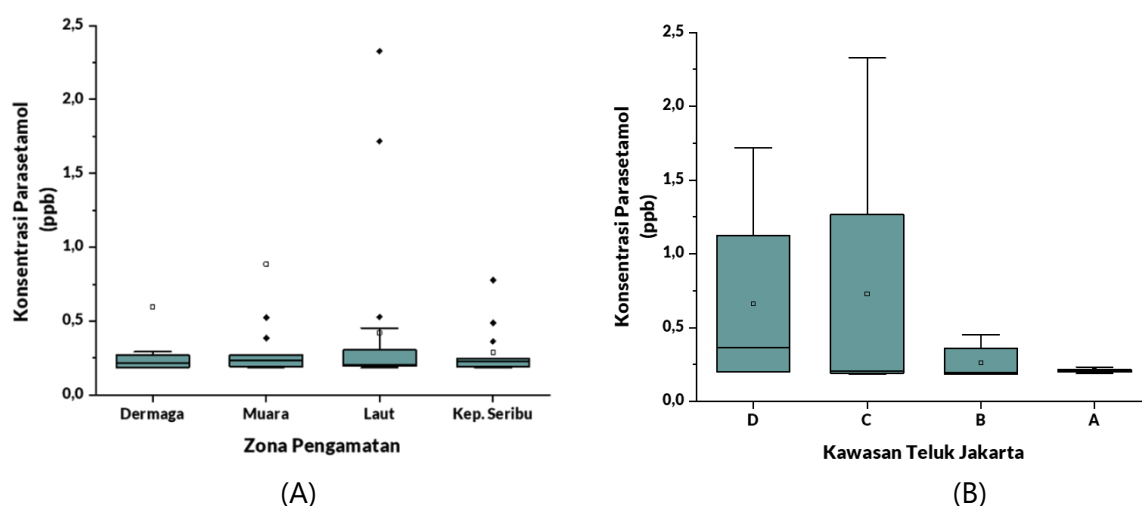
Tabel 6. Konsentrasi parasetamol periode 1 (musim angin barat) zona laut

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 1 (Musim Angin Barat)
1	A1	6,46
2	A2	0,22
3	A3	0,23
4	A4	0,19
5	A5	2,46
6	A6	0,20
7	A7	0,21
8	B1	0,18
9	B2	0,36
10	B3	0,19
11	B4	0,19
12	B5	0,20
13	B6	0,25
14	B7	0,45
15	C2	0,20
16	C3	2,33
17	C4	29,50
18	C5	0,21
19	C6	0,18
20	D3	0,20
21	D4	0,20
22	D5	0,53

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 1 (Musim Angin Barat)
23	D6	1,72

Tabel 7. Konsentrasi parasetamol periode 1 (musim angin barat) zona Kep. Seribu

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 1 (Musim Angin Barat)
1	P. Dolphin	0,232
2	P. Macan	0,220
3	P. Panjang	0,249
4	P. Harapan	0,189
5	P. Kelapa	0,778
6	P. Pramuka	0,185
7	P. Semak Daun	21,445
8	P. Air	0,190
9	P. Tidung	0,487
10	P. Burung	0,192
11	P. Pari	0,228
12	P. Lancang	0,197
13	P. Bokor	4,705
14	Titik Kontrol 1	0,363
15	P. Bidadari	0,238



Gambar 7. (A) Konsentrasi kontaminan parasetamol di titik pengamatan dermaga, muara, laut Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu dan (B) kawasan perairan laut Teluk Jakarta periode 1 (musim angin barat/musim hujan)

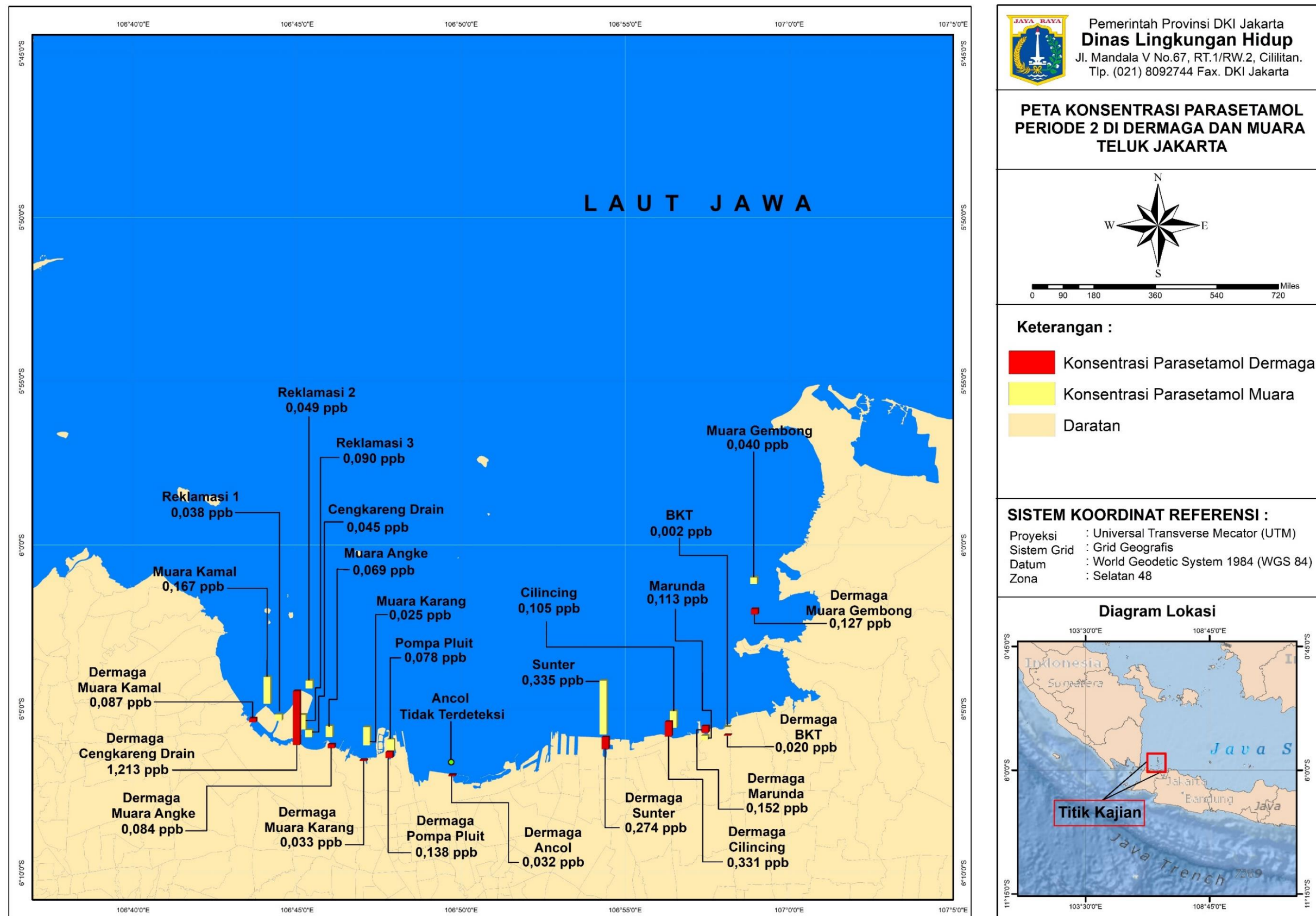
Konsentrasi rata-rata kontaminan parasetamol sekali lagi menyakinkan konsentrasi yang relatif tinggi dibanding dengan hasil riset parasetamol di kawasan pantai di beberapa negara sub-tropis. Hal ini menjadi keprihatinan kita tidak saja dengan kualitas air laut, tetapi juga dengan kondisi kualitas sumber air tawar (sungai, danau atau waduk) di Jabodetabek yang mana merupakan sumber air minum warga umumnya. Oleh karena itu, selain melakukan pemantauan kondisi laut laut, perlu untuk melakukan pemantauan terutama di IPAL industri farmasi dan rumah sakit, serta badan air sungai dan danau.

4.1.1.2. Kontaminan Parasetamol pada Musim Angin Timur (Musim Kemarau)

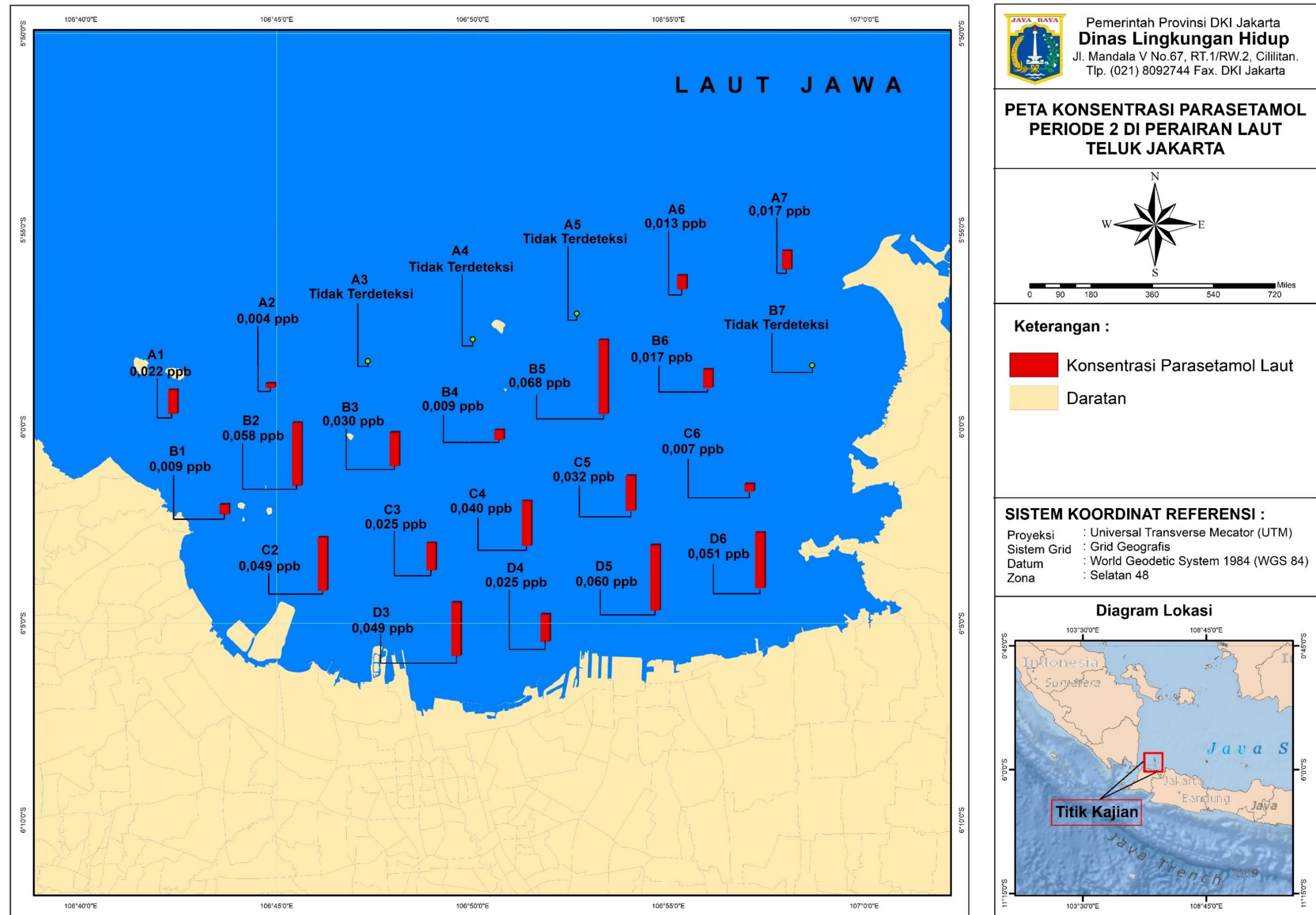
Konsentrasi kontaminan parasetamol secara berurutan berkisar antara 0,020-1,213 ppb dan 0-0,335 ppb (**Gambar 8**). Konsentrasi parasetamol tertinggi pada kawasan dermaga didapatkan pada titik pengamatan Cengkareng Drain sebesar 1,213 ppb. Sedangkan konsentrasi terendah didapatkan pada titik pengamatan BKT sebesar 0,020 ppb. Adapun konsentrasi tertinggi parasetamol pada kawasan muara dijumpai pada titik pengamatan Sunter sebesar 0,335 ppb. Sementara konsentrasi terendah (tidak terdeteksi) pada titik pengamatan Ancol.

Di kawasan perairan laut Teluk Jakarta (**Gambar 9**), Konsentrasi parasetamol pada kawasan tersebut berkisar antara 0-0,068 ppb. Titik pengamatan dengan konsentrasi tertinggi didapatkan pada B5 yaitu sebesar 0,068 ppb. Sedangkan konsentrasi parasetamol dengan nilai terendah atau tidak terdeteksi ditemukan pada beberapa titik pengamatan yaitu A3, A4, A5 dan B7.

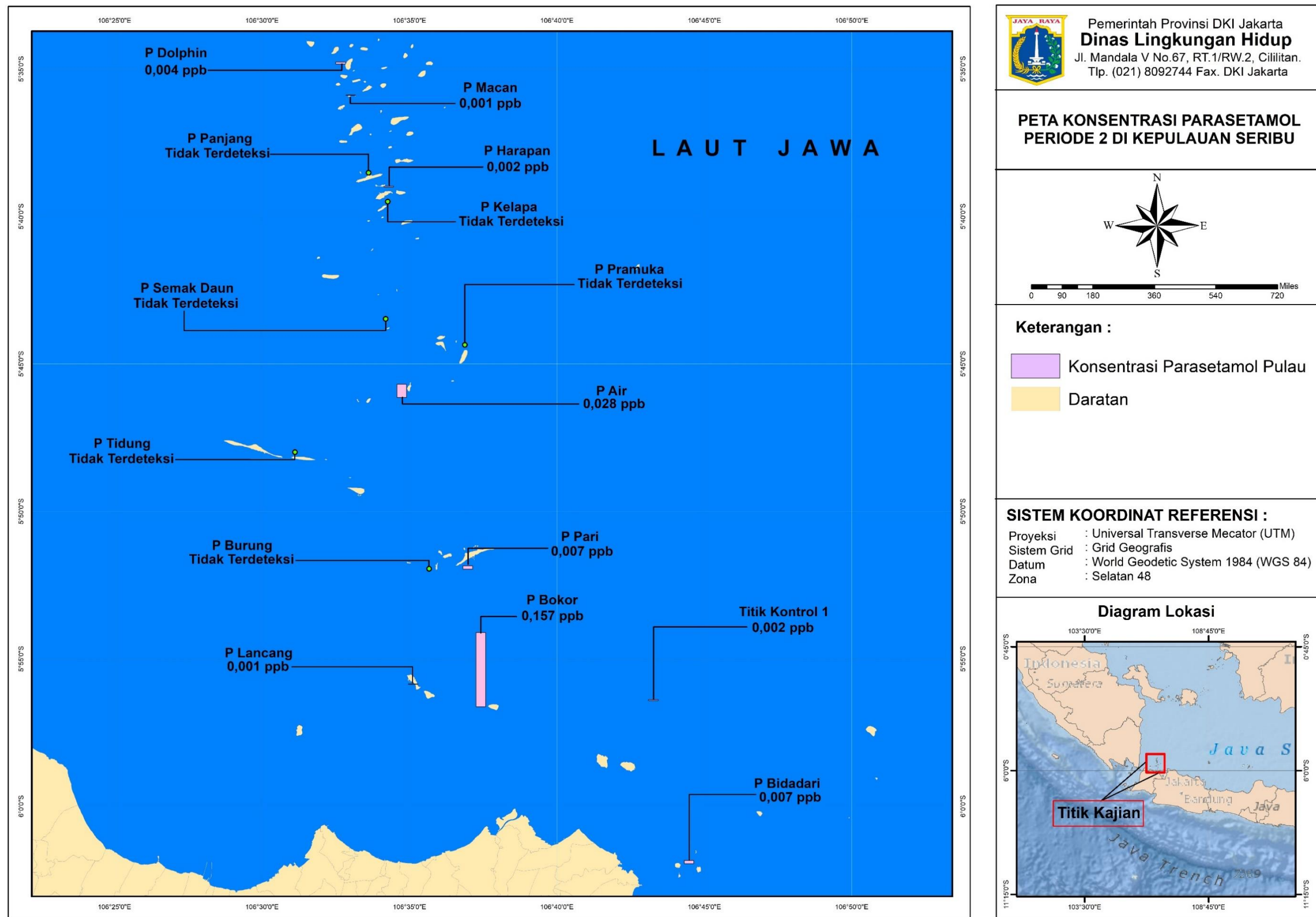
Mengacu pada **Gambar 10** diketahui bahwa konsentrasi parasetamol pada kawasan Kepulauan Seribu berkisar antara 0 (tidak terdeteksi) -0,157 ppb. Konsentrasi parasetamol tertinggi didapatkan pada titik pengamatan P. Bokor sebesar 0,157 ppb. Sedangkan konsentrasi terendah sebesar 0 ppb ditemukan pada beberapa titik pengamatan yaitu P. Panjang, P. Kelapa, P. Pramuka, P. Semak Daun, P. Tidung dan P. Burung.



Gambar 8. Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) di dermaga dan muara Teluk Jakarta tahun 2023



Gambar 9. Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) di perairan laut Teluk Jakarta tahun 2023



Gambar 10. Konsentrasi kontaminan parasetamol periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) di Kepulauan Seribu tahun 2023

Gambar 11 menunjukkan bahwa sebaran kontaminan parasetamol hampir ditemukan diseluruh lokasi sampling (Dermaga, Muara, Perairan Laut dan Kepulauan Seribu) di median konsentrasi 0,028 ppb. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi parasetamol di periode 2, yang merepresentasikan musim kemarau lebih rendah dibandingkan periode 1 dengan median konsentrasi sebesar <0,25 ppb. Selain itu di beberapa titik pengamatan pada seluruh lokasi sampling tidak terdeteksi adanya kontaminan parasetamol. Secara rinci konsentrasi parasetamol dapat dilihat pada **Tabel 8-Tabel 11**.

Tabel 8. Konsentrasi parasetamol periode 2 (musim angin timur) zona muara

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 2 (Musim Angin Timur)
1	Muara Kamal	0,167
2	Reklamasi 1	0,038
3	Reklamasi 2	0,049
4	Reklamasi 3	0,090
5	Cengkareng Drain	0,045
6	Muara Angke	0,069
7	Muara Karang	0,025
8	Pompa Pluit	0,078
9	Ancol	Tidak terdeteksi
10	Sunter	0,335
11	Cilincing	0,105
12	Marunda	0,113
13	BKT	0,002
14	Muara Gembong	0,040

Tabel 9. Konsentrasi parasetamol periode 2 (musim angin timur) zona dermaga

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 2 (Musim Angin Timur)
1	Muara Kamal	0,087
2	Cengkareng Drain	1,213
3	Muara Angke	0,084
4	Muara Karang	0,033
5	Pompa Pluit	0,138
6	Ancol	0,032
7	Sunter	0,274

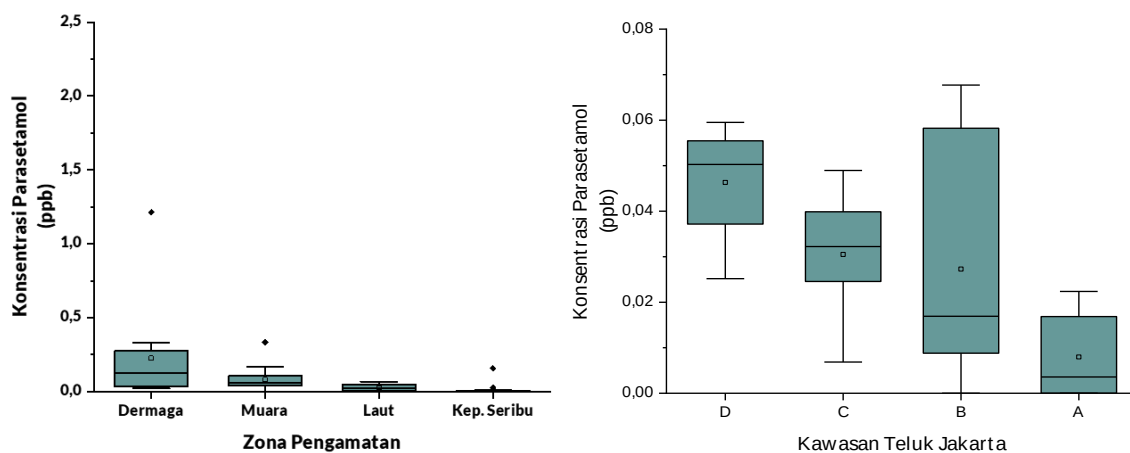
No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 2 (Musim Angin Timur)
8	Cilincing	0,331
9	Marunda	0,152
10	BKT	0,020
11	Muara Gembong	0,127

Tabel 10. Konsentrasi parasetamol periode 2 (musim angin timur) zona laut

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 2 (Musim Angin Timur)
1	A1	0,022
2	A2	0,004
3	A3	Tidak terdeteksi
4	A4	Tidak terdeteksi
5	A5	Tidak terdeteksi
6	A6	0,013
7	A7	0,017
8	B1	0,009
9	B2	0,058
10	B3	0,030
11	B4	0,009
12	B5	0,068
13	B6	0,017
14	B7	Tidak terdeteksi
15	C2	0,049
16	C3	0,025
17	C4	0,040
18	C5	0,032
19	C6	0,007
20	D3	0,049
21	D4	0,025
22	D5	0,060
23	D6	0,051

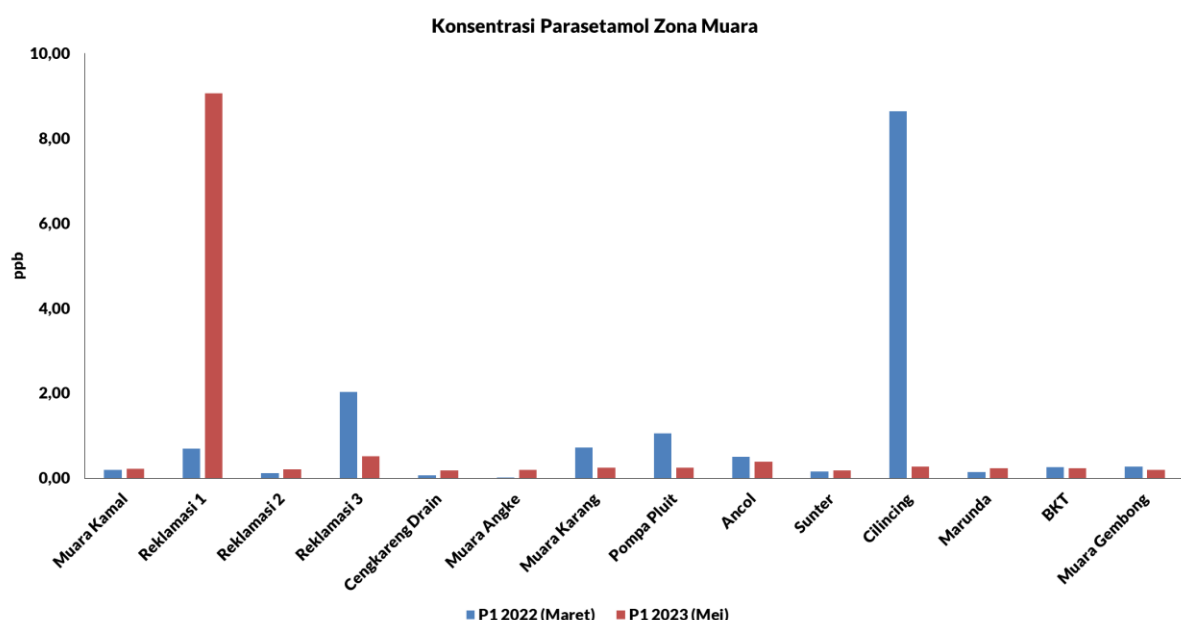
Tabel 11. Konsentrasi parasetamol periode 2 (musim angin timur) zona Kep. Seribu

No	Titik Pengamatan	Konsentrasi Parasetamol (ppb) Periode 2 (Musim Angin Timur)
1	P. Dolphin	0,004
2	P. Macan	0,001
3	P. Panjang	Tidak terdeteksi
4	P. Harapan	0,002
5	P. Kelapa	Tidak terdeteksi
6	P. Pramuka	Tidak terdeteksi
7	P. Semak Daun	Tidak terdeteksi
8	P. Air	0,028
9	P. Tidung	Tidak terdeteksi
10	P. Burung	Tidak terdeteksi
11	P. Pari	0,007
12	P. Lancang	0,010
13	P. Bokor	0,157
14	Titik Kontrol 1	0,002
15	P. Bidadari	0,007



4.1.2. Konsentrasi Kontaminan Parasetamol 2022-2023

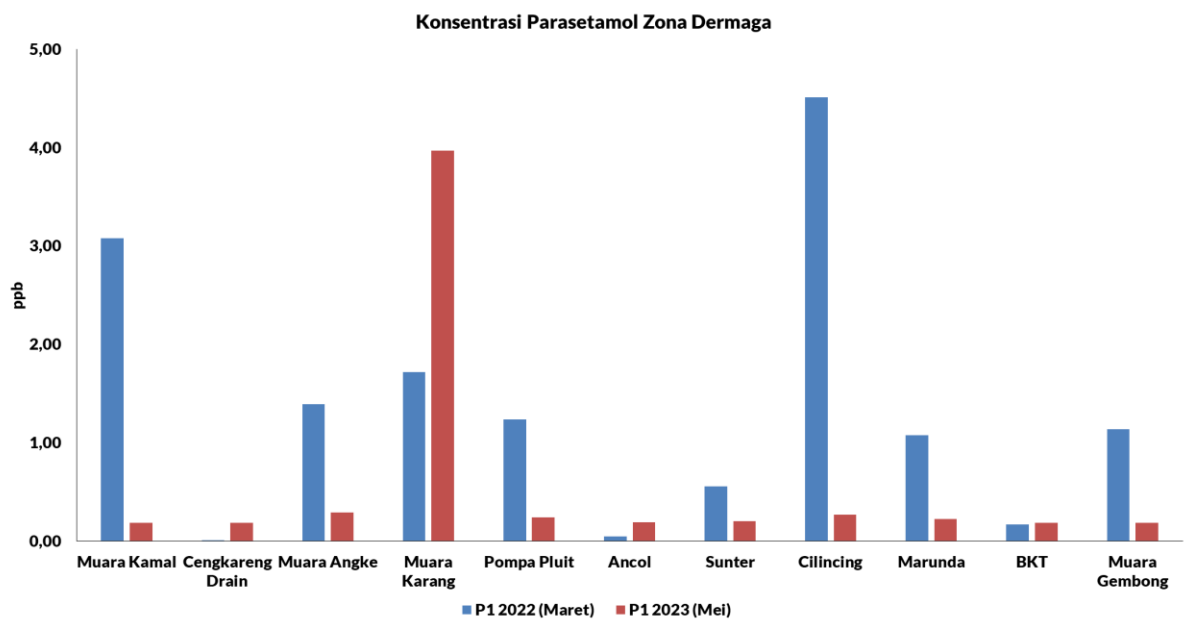
Observasi tren atau kecenderungan konsentrasi kontaminan parasetamol di zona muara pada musim barat (periode 1) pada dua tahun berturut-turut (2022 dan 2023) menunjukkan bahwa konsentrasi kontaminan parasetamol umumnya lebih rendah di 14 titik zona muara (**Gambar 12**). Dua konsentrasi kontaminan parasetamol tertinggi ditemukan di sekitar Pualu Reklamasi 1 pada tahun 2023 (9,058 ppb), namun pada tahun 2022 (8,00 ppb), konsentrasi tertinggi ditemukan di zona muara Cilincing. Pergerakan pola arus pada musim barat dan muara sungai banyak di zona tengah Teluk Jakarta menjelaskan mengapa konsentrasi parasetamol cenderung lebih tinggi ke arah tengah dan pantai timur Teluk Jakarta pada tahun 2022.



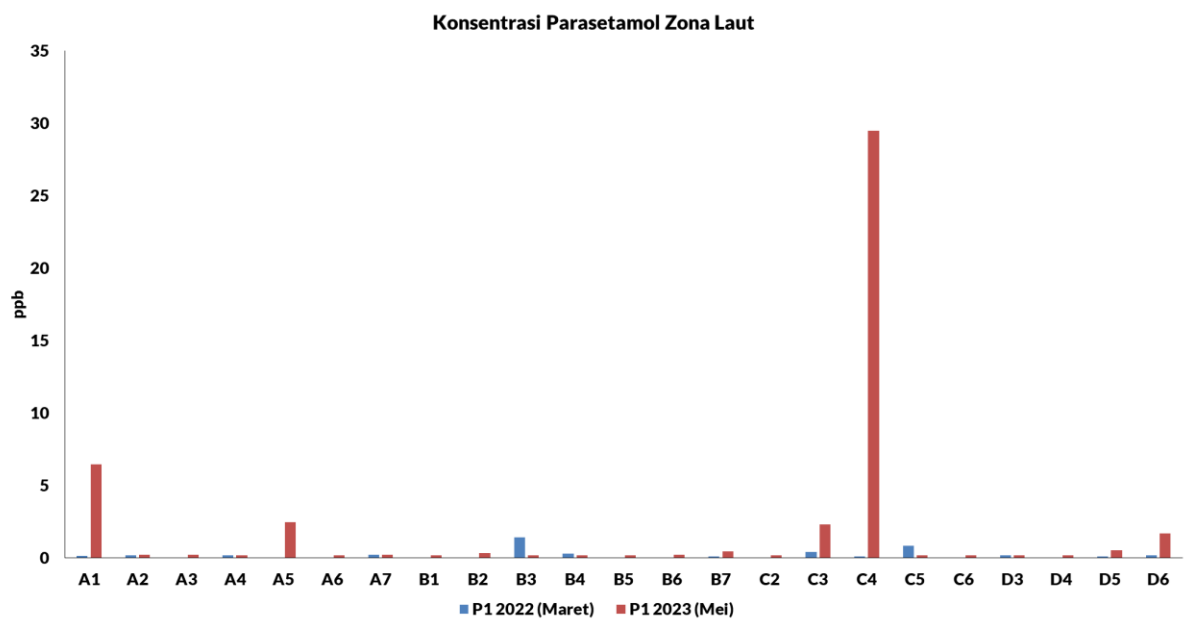
Gambar 12. Konsentrasi parasetamol zona muara periode 1 2022 dan 2023

Tren atau kecenderungan konsentrasi kontaminan parasetamol di zona dermaga juga mirip dengan di zona muara. Enam puluh empat persen (64%), atau 7 dari 11 zona dermaga di Teluk Jakarta, konsentrasi kontaminan parasetamolnya jauh lebih tinggi di tahun 2022 dibanding di tahun 2023 (**Gambar 13**). Jika dilihat dari data yang dihasilkan, nampak seperti terjadi penurunan secara tahunan, namun faktanya adalah adanya perbedaan metode yang dilakukan dalam analisis sampel air. Pada tahun 2022 sampel air laut tidak dilakukan penyaringan saat analisis laboratorium,

sedangkan pada tahun 2023 sampel air laut disaring, sehingga dapat diyakini bahwa bahan-bahan kontaminan parasetamol yang terukur.



Gambar 13. Konsentrasi parasetamol zona dermaga periode 1 2022 dan 2023

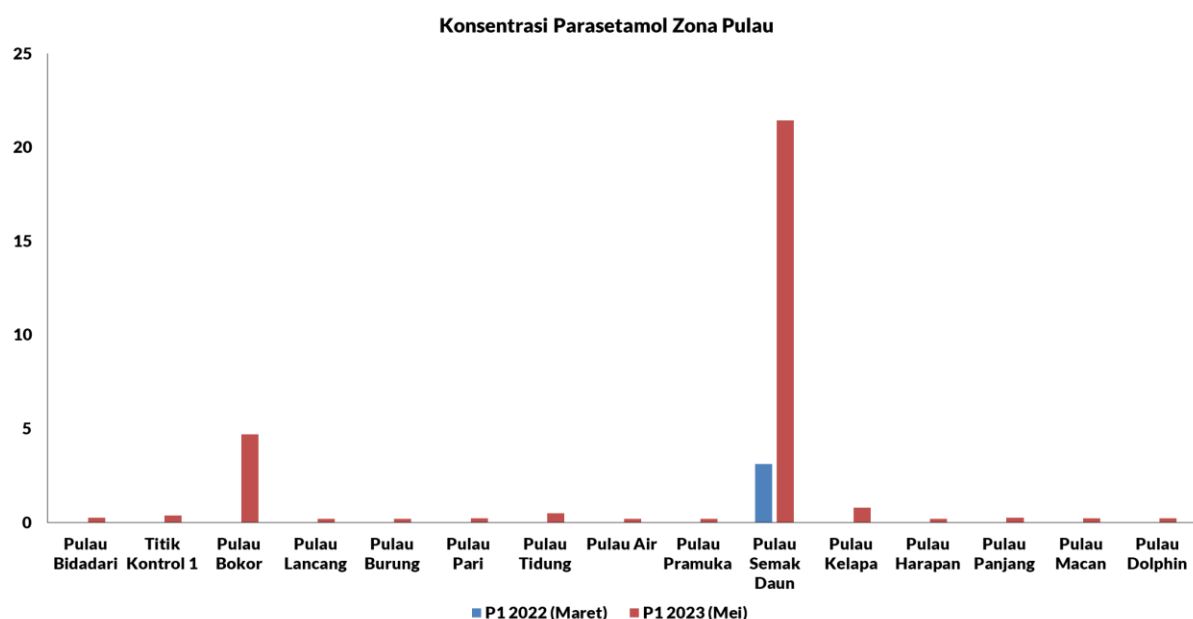


Gambar 14. Konsentrasi parasetamol zona laut periode 1 2022 dan 2023

Jika analisis kontaminan parasetamol dicermati lebih jauh terutama di zona laut dengan jumlah stasiun yang sangat komprehensif (total 23 sampel air dengan rincian 7 stasiun A; 7 stasiun B; 5 stasiun C dan 4 stasiun D) menunjukkan bahwa konsentrasi

kontaminan pada tahun 2022 tidak jauh berbeda dengan tahun 2023, kecuali di 6 lokasi stasiun, yaitu St A1, St A5, St B3, C3, C4 dan D6 (**Gambar 14**). Analisis lebih detail menunjukkan bahwa konsentrasi kontaminan parasetamol di zona laut nampaknya tidak memberikan gambaran perbedaan nyata dengan zona dermaga atau muara sungai. Banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi nasib (*fate*) kontaminan parasetamol yang tidak menunjukkan trend penurunan konsentrasi semakin jauh dari kawasan dekat pantai (muara dan dermaga), apakah proses degradasi yang cepat oleh UV, proses pengenceran yang besar dan juga konsumsi oleh biota-biota laut yang ada di perairan (mikroalgae, zooplankton, kerang hijau dan ikan). Namun yang paling menjadi kekhawatiran adalah sumber kontaminan yang terus menerus ada di lingkungan akibat aktivitas manusia yang berpotensi berdampak negatif terhadap biota laut seperti resistansi terhadap obat-obatan (Kuang *et al.*, 2020; Singh *et al.*, 2019).

Keberadaan kontaminan parasetamol di pulau-pulau kecil Kepulauan Seribu yang menjadi kekhawatiran, yang menurut pemahaman seharusnya kontaminan tersebut tidak terdeteksi di zona pulau tersebut (**Gambar 15**), dengan pertimbangan bahwa jauh dari sumber kontaminan parasetamol baik dari industri farmasi, instalasi pengelolaan limbah cair (IPAL), dan juga jumlah penduduk yang jauh sangat jarang. Kontaminan parasetamol terdeteksi di 15 pulau yang menjadi kajian kami di tahun 2023 dengan konsentrasi tertinggi ditemukan di Pulau Semak Daun selama dua tahun berturut-turut, 2022 dan 2023 (**Gambar 15**).

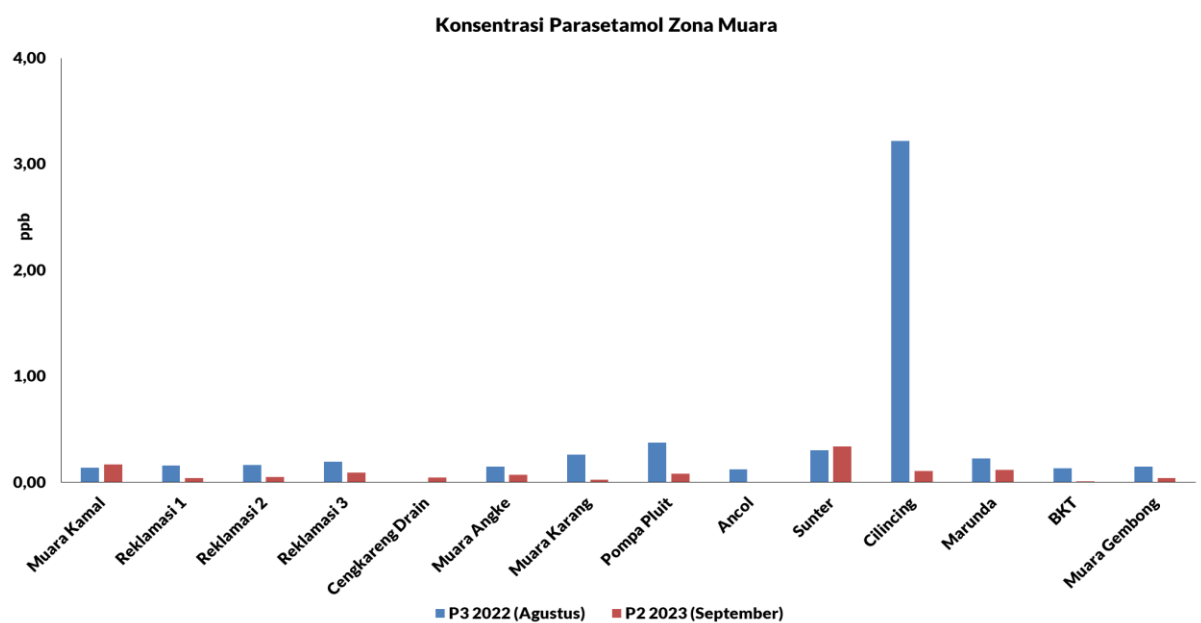


Gambar 15. Konsentrasi parasetamol zona pulau periode 1 2022 dan 2023

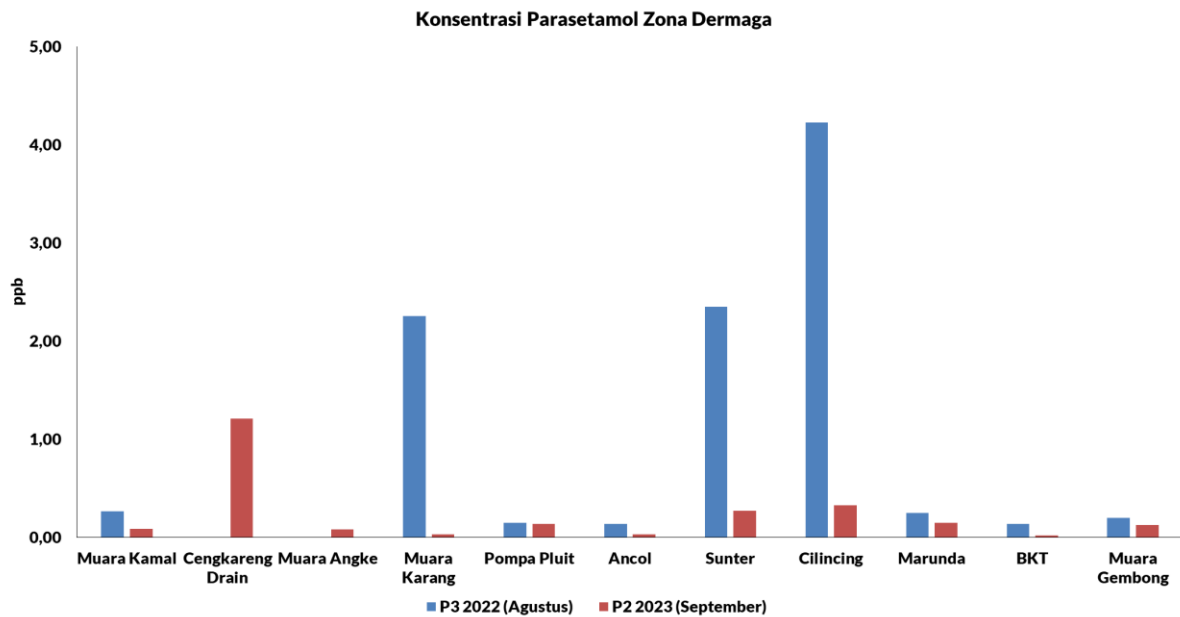
Potensi pembuangan limbah kontaminan parasetamol secara ilegal mungkin dapat diajukan sebagai alasan awal terutama di Pulau Semak Daun. Sebagai upaya perlunya pengawasan yang lebih ketat dan diluar *standard operational procedure* (SOP), atau perlunya investigasi monitoring lingkungan. Agar lebih seimbang, manajemen atau pengelolaan laboratorium sesuai *good laboratory practices* dan laboratorium rujukan untuk kajian kontaminan farmasi di lingkungan perairan perlu menjadi pertimbangan pemerintah pusat atau daerah provinsi. Selain aspek pengawasan, juga aspek pendidikan publik sangat diperlukan agar masyarakat dapat memahami dampak dari pembuangan sisa-sisa obat yang tidak terpakai (Kristina *et al.*, 2021).

Analisis variasi tahunan dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan atau flutuasi konsentrasi kontaminan parasetamol secara tahunan di zona muara (**Gambar 16**), zona dermaga (**Gambar 17**), zona laut (**Gambar 18**) dan zona pulau (**Gambar 19**). Secara teoritis terkait nasib kontaminan parasetamol di ekosistem perairan laut dapat di prediksi bahwa konsentrasi kontaminan akan ditemukan tinggi di zona dekat garis pantai, dan menurun menuju lepas pantai dimana potensi sumber kontaminan berasal.

Dari ke empat grafik **Gambar 16-Gambar 19** menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata kontaminan parasetamol menunjukkan bawah konsentrasi di zona dekat garis pantai (muara dan dermaga) lebih tinggi dibanding zona laut dan zona pulau baik untuk tahun 2022 dan 2023. Konsentrasi parasetamol di zona muara pada tahun 2022 (periode 3) dan tahun 2023 (periode 2) masing-masing adalah 1,214 ppb dan 0,083 ppb. Konsentrasi tertinggi ditemukan di muara Cilincing pada tahun 2022, dan di muara Sunter di tahun 2023. Konsentrasi kontaminan di tahun 2023 menurun sebesar 6,84% (**Gambar 16**)

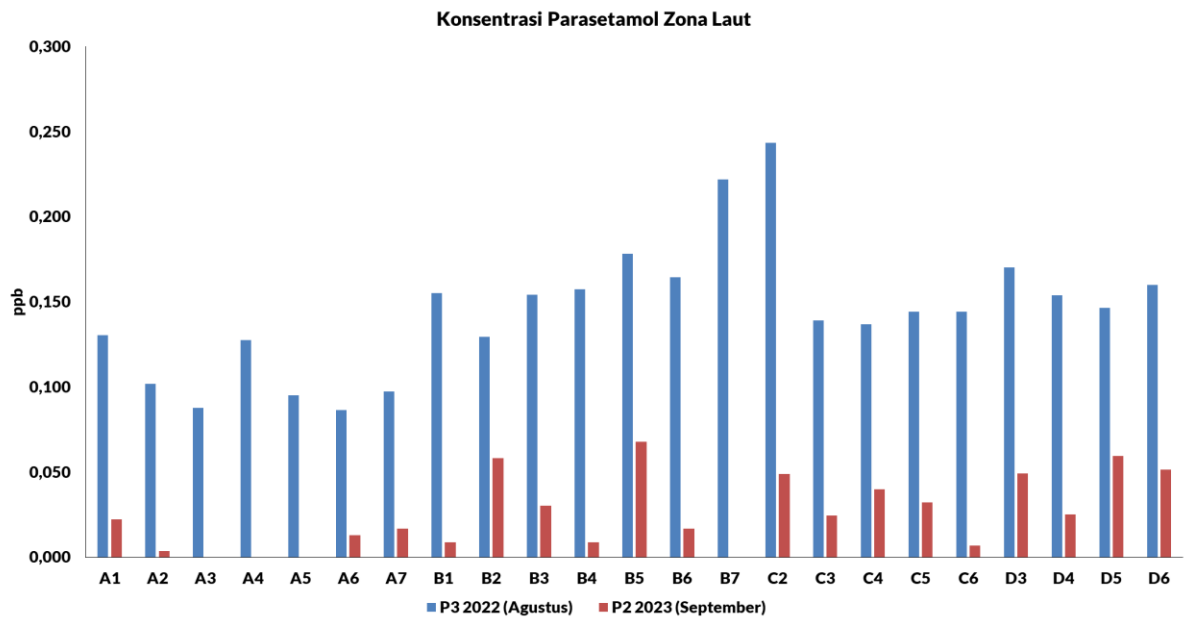


Gambar 16. Konsentrasi parasetamol zona muara periode 3 2022 dan periode 2 2023



Gambar 17. Konsentrasi parasetamol zona dermaga periode 3 2022 dan periode 2 2023

Tren yang sama ditemukan zona Dermaga, dimana konsentrasi kontaminan parasetamol pada tahun 2022 jauh lebih tinggi dibanding tahun 2023, dengan konsentrasi rata-rata kontaminan adalah 0,429 ppb (2022) dan 0,226 ppb (2023). Pada tahun 2023, konsentrasi kontaminan parasetamol 50% lebih rendah dibanding tahun 2022. Pada tahun 2022, konsentrasi kontaminan parasetamol relatif tinggi di dermaga Cilincing (4,226 ppb), dermaga Sunter (2,349 ppb) dan dermaga Muara Karang (2,225 ppb) dibandingkan dengan dermaga lainnya (**Gambar 17**). Sedangkan pada tahun 2023, konsentrasi tertinggi kontaminan parasetamol di dermaga Cengkareng Drain (1,213 ppb).

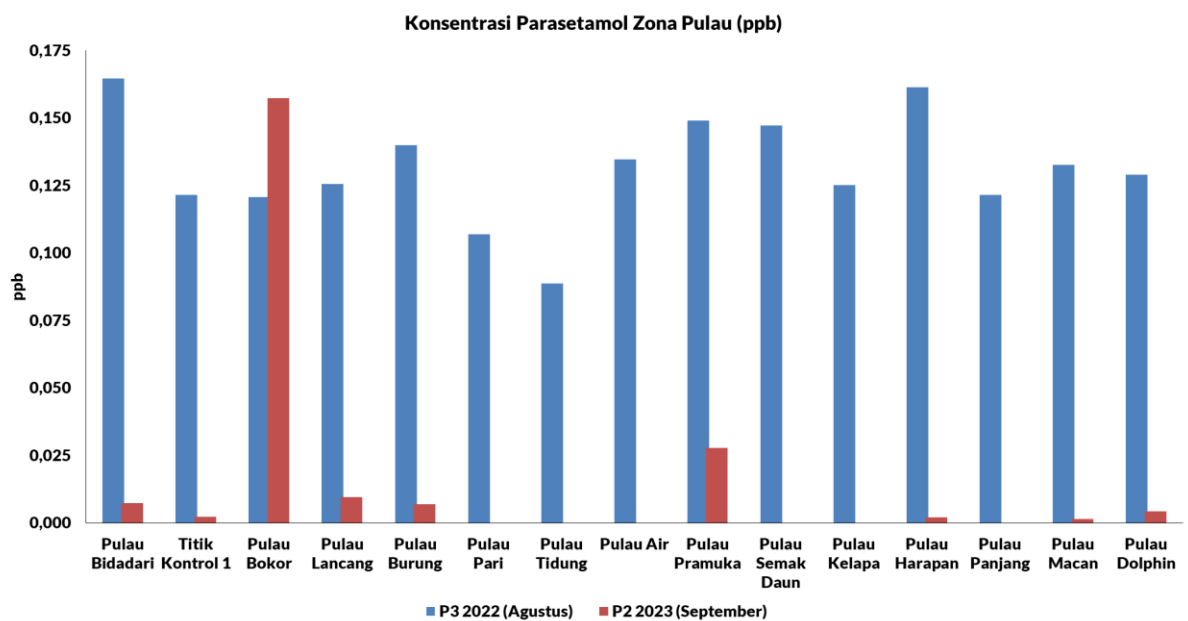


Gambar 18. Konsentrasi parasetamol zona laut periode 3 2022 dan periode 2 2023

Selanjutnya jika dibanding konsentrasi kontaminan parasetamol di zona muara dan dermaga, maka konsentrasi kontaminan di zona laut jauh lebih rendah dikisaran tidak terdeteksi sampai maksimum 0,250 ppb (**Gambar 18**). Namun demikian variasi tahunan (2022 vs 2023) menunjukkan variasi yang tinggi dengan kecenderungan bahwa, pada tahun 2023 konsentasi kontaminan parasetamol selalu lebih rendah dibanding tahun tahun 2022. Secara umum, konsentrasi parasetamol dalam air laut perbedaan rata-ratanya antar tahun adalah sebesar 17%, yaitu 0,145 ppb (tahun 2022) dan 0,025 ppb (tahun 2023).

Yang terakhir adalah konsentrasi parasetamol di zona pulau kecil, secara nyata konsentrasi parasetamol relatif yang paling rendah dibanding dengan konsentrasi parasetmol di zona muara, dermaga dan laut. Tren atau kecenderungan variasi konsentrasi antar pulau pada tahun yang sama relatif kecil (**Gambar 19**, kecuali di P. Bokor pada tahun 2023. Seperti halnya kegiatan pemantauan kualitas air laut pada tahun 2022, kecenderungan konsentrasi kontaminan parasetamol di tahun 2023 memiliki tren yang sama, yang mana konsentrasi parasetamol tertinggi di zona dermaga/zona muara, dan konsentrasi sedang di zona laut, dan terendah di zona pulau. Secara ringkas dapat di ambil kesimpulan bahwa secara umum konsentrasi

parasetamol pada tahun 2023 (periode 2) lebih rendah di banding tahun 2022 (periode 3) (**Tabel 12**). Ada dua kemungkinan penurunan konsentrasi kontaminan tersebut adalah: 1) akibat proses alami yang terjadi di ekosistem perairan Teluk Jakarta, seperti proses dekomposisi, penyerapan oleh biota laut, pengendapan karena proses flokulasi; dan 2) meningkatnya efektifitas kebijakan pemerintah daerah dan pelaksanaan pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta serta peran aktif masyarakat.



Gambar 19. Konsentrasi parasetamol zona pulau periode 3- 2022 dan periode 2- 2023

Tabel 12. Perbandingan rata-rata konsentrasi kontaminan parasetamol tahun 2022 (periode 3) dan tahun 2023 (periode 2).

Zona Pemantauan di Teluk Jakarta	Parasetamol 2022 (periode 3), ppb	Parasetamol 2023 (periode 2), ppb
Muara	1,214	0,083
Dermaga	0,429	0,226
Laut	0,145	0,025
Pulau	0,131	0,015

4.2. Kontaminan Mikroplastik

4.2.1. Kelimpahan

4.2.1.1. Periode 1 (Musim Angin Barat/Musim Kemarau)

Hasil studi di wilayah perairan Teluk Jakarta mendapatkan bahwa mikroplastik terobservasi di 62 titik pengamatan. Pada sampling periode 1, titik reklamasi 1 tidak bisa dicapai oleh kapal karena terjadi pendangkalan dan kondisi pasang air laut yang masih rendah. Total mikroplastik yang didapatkan sebanyak 11.268 dengan kelimpahan rata-rata $11,16 \pm 12,36$ partikel/ m^3 (**Gambar 20**). Kelimpahan mikroplastik terendah ($1,62$ partikel/ m^3) ditemukan di titik Muara Angke, sementara kelimpahan tertinggi ($67,88$ partikel/ m^3) tercatat di titik Sunter.

Secara umum diketahui bahwa titik pengamatan yang lebih dekat dengan daratan utama (titik muara, dermaga, dan reklamasi) memiliki kelimpahan yang lebih tinggi ($14,47 \pm 18,24$ partikel/ m^3) dibandingkan dengan yang berada di tengah Teluk Jakarta (Titik A, B, C dan D) yang hanya mencapai ($11,14 \pm 6,00$ partikel/ m^3) (**Gambar 21** kiri). Adanya perbedaan ini diduga sangat terkait dengan posisi sampling yang dekat dengan sungai sebagai sumber utama pencemaran plastik di ekosistem laut, termasuk Teluk Jakarta.

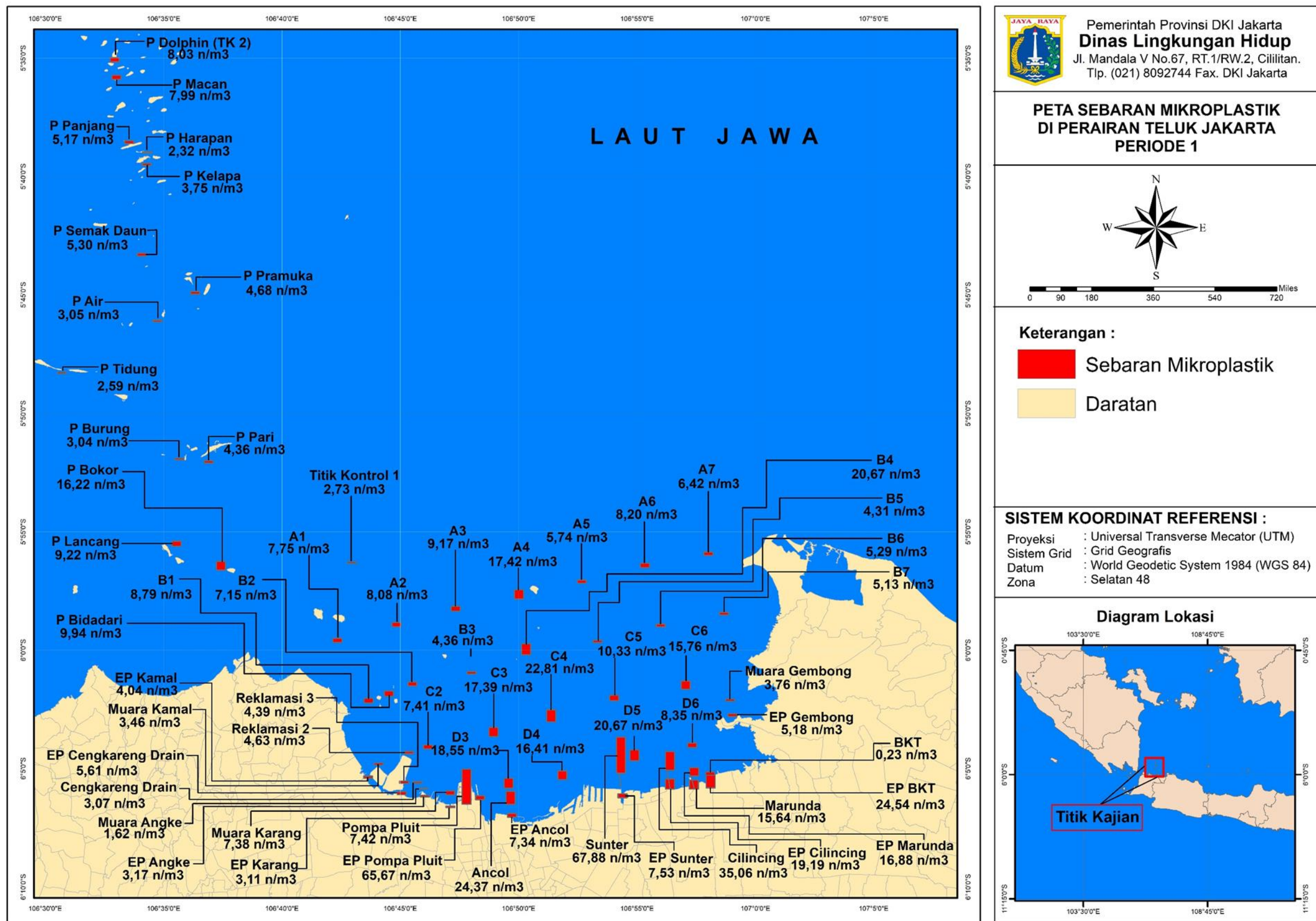
Studi sebelumnya menunjukkan bahwa sebagian besar pencemaran plastik yang masuk ke perairan laut melalui sungai (Lebreton *et al.* 2017; Suteja dan Purwiyanto 2022). Hal ini sejalan dengan studi yang dilakukan selama kondisi surut di sembilan sungai yang bermuara di Teluk Jakarta dimana kelimpahan mikroplastik sebesar $377,79 \pm 83,11$ partikel/ m^3 dengan masukan harian 66,77 juta partikel (Purwiyanto *et al.* 2022a).

Meskipun sampling di titik muara, dermaga, dan reklamasi dilakukan saat pasang (untuk menghindari kadasnya kapal oleh batimetri yang dangkal), namun banyaknya inputan mikroplastik dari sungai membuat titik-titik ini memiliki kelimpahan mikroplastik yang tinggi. Selain itu, faktor kedekatan dengan sumber pencemar (sungai) yang bermuara di Teluk Jakarta, tingginya konsentrasi pada titik

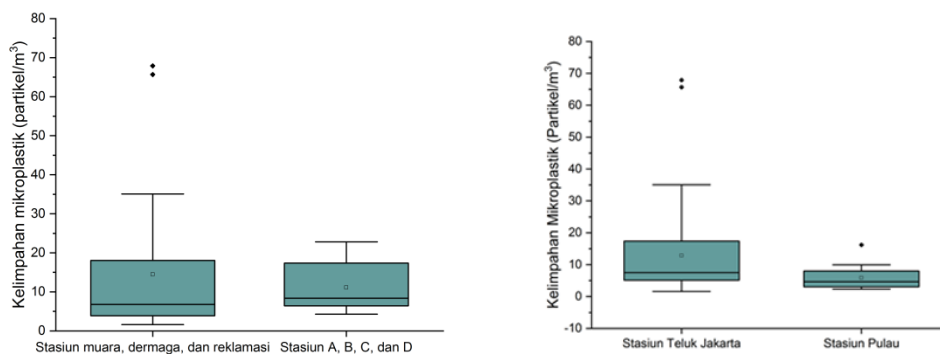
muara, dermaga, dan reklamasi diduga terkait dengan waktu sampling. Saat sampling periode 1 dilakukan, bertepatan dengan musim pancaroba (peralihan) 1 menyebabkan kondisi arus masih lemah sehingga konsentrasi mikroplastik cenderung tinggi di dekat daratan

Berdasarkan pengelompokan lokasi sampling periode 1 ditemukan bahwa titik yang berada di estuari, dermaga, reklamasi, dan Teluk Jakarta memiliki kelimpahan yang jauh lebih tinggi ($12,84 \pm 13,65$ partikel/ m^3) dibandingkan dengan titik di pulau ($5,89 \pm 3,80$ partikel/ m^3) (**Gambar 21** kanan).

Hasil yang mirip juga didapatkan saat membandingkan antara periode 1 tahun 2022 dengan periode 1 tahun 2023. Namun kelimpahan pada periode 1 tahun 2022 lebih rendah dibandingkan periode 1 tahun 2023. Pada periode 1 tahun 2022 kelimpahan rata-rata mikroplastik titik estuari, dermaga dan Teluk Jakarta adalah $2,31 \pm 2,07$ partikel/ m^3 . Sementara itu pada titik pengamatan di Kepulauan Seribu hanya $1,50 \pm 0,99$ partikel/ m^3 . Uji statistik dengan kruskal-wallis menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara estuari, dermaga dan Teluk Jakarta dengan Kepulauan Seribu. Tingginya kelimpahan mikroplastik di daerah estuari, dermaga dan Teluk Jakarta disebabkan karena lokasi tersebut berdekatan dengan sungai-sungai besar.



Gambar 20. Kelimpahan kontaminan mikroplastik seluruh titik pengamatan periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023



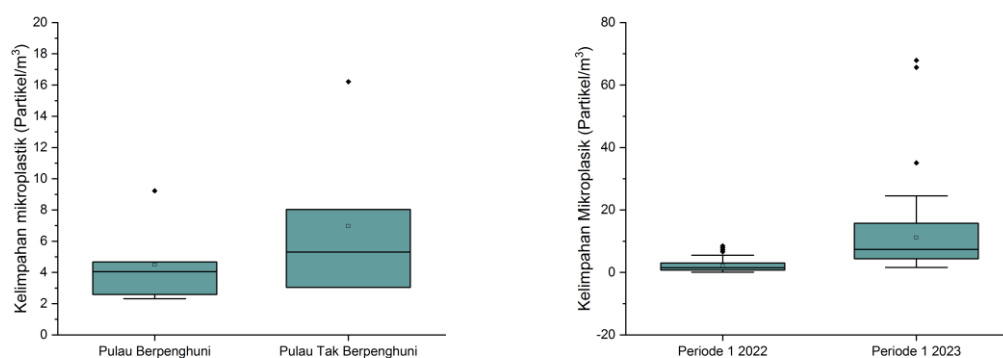
Gambar 21. Perbandingan konsentrasi kontaminan mikroplastik antara titik estuari, dermaga, reklamasi vs titik A,B,C, dan D (kiri) dan titik Teluk Jakarta vs titik Kepulauan Seribu (kanan)

Kelimpahan mikroplastik di kawasan Kepulauan Seribu menunjukkan pola sebaran yang tidak beraturan. Hal tersebut diduga oleh inputan mikroplastik yang tidak dipengaruhi oleh eksistensi sungai, namun lebih dipengaruhi oleh keberadaan penduduk maupun faktor oseanografi. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa kelimpahan mikroplastik di pulau berpenghuni (P. Harapan, P. Kelapa, P. Pramuka, P. Tidung, P. Pari dan P. Lancang) lebih rendah ($4,49 \pm 2,50$ partikel/m³) dibandingkan dengan pulau tidak berpenghuni (P. Dolphin, P. Macan, P. Panjang, P. Semak Daun, P. Air, P. Burung, P. Bokor dan P. Bidadari) yang mencapai $6,97 \pm 4,56$ partikel/m³ (**Gambar 22** kiri).

Kondisi diatas tersebut bertentangan dengan hasil pada periode pertama tahun 2022 dimana pulau berpenghuni memiliki kelimpahan mikroplastik lebih tinggi (rata-rata $1,81 \pm 0,90$ partikel/m³) dibandingkan yang tidak berpenghuni (rata-rata $0,92 \pm 0,81$ partikel/m³). Hal tersebut diduga oleh adanya pengaruh faktor oseanografi terutama arus yang membawa mikroplastik ke pulau tidak berpenghuni tersebut. Namun dugaan ini perlu dikaji lebih jauh agar didapatkan informasi yang lebih detail. Jika dilihat lebih detail, kelimpahan mikroplastik yang cukup tinggi ($16,22$ partikel/m³) didapatkan di Pulau Bokor (tidak berpenghuni). Kelimpahan mikroplastik di Pulau

Bokor tersebut diduga berasal dari pulau sekitarnya atau dari daerah lain yang tertransportasi oleh arus laut.

Kelimpahan mikroplastik pada periode 1 tahun 2023 lebih tinggi ($11,16 \pm 12,36$ partikel/ m^3) dibandingkan jika dibandingkan dengan survei periode 1 tahun 2022 ($2,12 \pm 1,90$ partikel/ m^3) (**Gambar 22** kanan). Perbedaan ini diduga disebabkan oleh perbedaan intensitas curah hujan pada kedua periode sampling tersebut. Berdasarkan indeks *Oceanic Niño Index* (ONI), sampling periode 1 tahun 2022 masuk dalam kategori El-Nino. Sementara itu, pada survei periode 1 tahun 2023 termasuk dalam kategori kondisi normal. Selama fenomena El-Nino berlangsung, maka wilayah Indonesia akan mengalami pengurangan curah hujan yang ekstrim (Hidayat *et al* 2018; Kurniadi *et al* 2021). Hal ini menyebabkan sungai yang merupakan jalur utama masuknya mikroplastik dari darat ke laut (Lebreton *et al* 2017; Suteja and Purwiyanto 2022), memiliki debit yang cenderung rendah. Kondisi tersebut sejalan dengan studi di Laut Mediteranian dimana terjadi penurunan inputan mikroplastik yang signifikan (14 kali lebih rendah) antara kondisi normal dengan kondisi banjir yang dipicu oleh hujan lebat (Gündoğdu *et al* 2018).



Gambar 22. Perbandingan konsentrasi kontaminan mikroplastik pulau berpenghuni dan tidak berpenghuni (kiri) dan periode 1 tahun 2022 dengan periode 1 tahun 2023 (kanan)

Pada kondisi normal, studi sebelumnya di sungai-sungai yang bermuara di Teluk Jakarta menemukan bahwa kelimpahan mikroplastik memiliki korelasi positif

yang kuat dengan curah hujan dimana kelimpahan tertinggi tercatat saat musim hujan dan terendah saat musim kemarau (Cordova *et al* 2022). Selain itu, pengurangan curah hujan juga akan mengurangi deposisi atmosferic mikroplastik dari udara ke lingkungan perairan (Purwiyanto *et al* 2022b).

4.2.1.2. Periode 2 (Musim Angin Timur/Musim Kemarau)

Secara umum, studi periode 2 ini mendapatkan total mikroplastik sebanyak 10.201 dengan kelimpahan rata-rata $19,25 \pm 21,70$ partikel/m³ (**Gambar 23**). Secara spasial, sampling pada periode ini mencatat bahwa kelimpahan mikroplastik terendah ditemukan di titik Pulau Lancang (2,73 partikel/m³), sementara itu, kelimpahan paling besar tercatat di titik D5 (102,88 partikel/m³) yang sangat dekat dengan pinggir pantai. Terobservasi juga bahwa titik yang dekat dengan daratan utama (titik muara, dermaga, dan reklamasi) memiliki kelimpahan yang lebih tinggi ($24,92 \pm 25,18$ partikel/m³) dibandingkan dengan tengah Teluk Jakarta (Titik A, B, C dan D) yang hanya mencapai ($22,20 \pm 22,60$ partikel/m³) (**Gambar 24** kiri). Namun, tidak ada perbedaan signifikan antara kedua lokasi tersebut secara statistik.

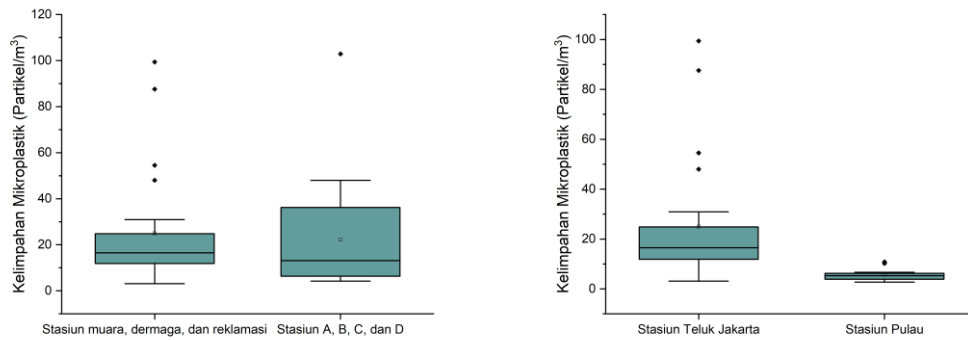
Adanya perbedaan kelimpahan ini diduga sangat terkait dengan posisi sampling yang dekat dengan sungai yang dikenal sebagai sumber utama pencemaran plastik di ekosistem laut, termasuk Teluk Jakarta. Beberapa studi sebelumnya melaporkan bahwa pencemaran plastik masuk ke perairan laut sebagian besar melalui sungai (Boucher *and* Friot 2017; Lebreton *et al* 2017; Suteja *and* Purwiyanto 2022). Temuan ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan saat surut di sembilan sungai yang bermuara di Teluk Jakarta yang menunjukkan kelimpahan mikroplastik sebesar $377,79 \pm 83,11$ partikel/m³ dengan masukan harian 66,77 juta partikel perhari (Purwiyanto *et al* 2022a).

Hasil pengamatan di Teluk Jakarta ini juga sejalan dengan studi sebelumnya di kawasan estuari Yangtze dan Kuning, China dimana adanya peningkatan konsentrasi mikroplastik seiring dengan berkurangnya jarak dengan muara sungai (Han *et al* 2020;

Zhao *et al* 2014). Proses heteroagregasi mikroplastik dengan bahan padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid/TSS*) menyebabkan turunnya konsentrasi mikroplastik yang jauh dari muara sungai sehingga mikroplastik tenggelam di dasar perairan (Bakir *et al* 2014; Besseling *et al* 2017; Leslie *et al* 2017). Dugaan ini diperkuat dengan hasil observasi melalui satelit dan pengukuran langsung yang mengkonfirmasi tingginya konsentrasi TSS di daerah muara sungai serta konsentrasi yang berkurang seiring dengan peningkatan jarak dari daratan utama (Suriwati *et al* 2012; Tejakusuma *et al* 2018). Meskipun sampling di titik muara, dermaga dan reklamasi dilakukan saat kondisi pasang (untuk menghindari kandasnya kapal oleh batimetri yang dangkal), namun banyaknya inputan mikroplastik dari sungai menyebabkan titik-titik ini memiliki kelimpahan mikroplastik yang tinggi.

Berdasarkan pengelompokan lokasi sampling periode 2 ditemukan bahwa titik yang berada di estuari, dermaga, reklamasi, dan Teluk Jakarta memiliki kelimpahan yang jauh lebih tinggi ($23,51 \pm 23,27$ partikel/m³) dibandingkan dengan titik di pulau ($5,62 \pm 2,31$ partikel/m³) (**Gambar 24** kanan). Temuan ini sejalan dengan uji statistik yang menemukan perbedaan signifikan antara titik yang berada di estuari, dermaga, reklamasi dan Teluk Jakarta dengan titik di pulau. Hasil pada periode 2 tahun 2023 yang mirip juga didapatkan saat membandingkan antara sampling periode 1 dan 3 tahun 2022 dan sampling periode 1 2023.

Namun sampling pada periode 1 tahun 2023 memiliki kelimpahan mikroplastik yang lebih rendah dibandingkan periode 2 2023 khususnya untuk titik estuari, dermaga, dan Teluk Jakarta yaitu sebesar $12,84 \pm 13,65$ partikel/m³. Sedangkan kelimpahan mikroplastik di pulau cenderung mirip dan konsisten dengan periode 1 tahun 2023 yang mencapai $5,89 \pm 3,80$ partikel/m³. Tingginya kelimpahan mikroplastik di daerah estuari, dermaga, dan Teluk Jakarta disebabkan karena lokasi tersebut berdekatan dengan sungai-sungai besar seperti yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya.



Gambar 24. Perbandingan konsentrasi mikroplastik antara **titik** estuari, dermaga, reklamasi vs **titik** A,B,C, dan D (Kiri) dan **Titik** Teluk Jakarta vs **Titik** Pulau (Kanan)

Pada sampling periode 2, kelimpahan mikroplastik di daerah pulau menunjukkan pola sebaran yang tidak beraturan. Temuan ini masih sejalan dengan hasil observasi pada periode 1 2023. Pola distribusi spasial ini kami duga akibat adanya inputan mikroplastik di pulau yang tidak dipengaruhi oleh eksistensi sungai, namun lebih dominan disebabkan faktor lainnya seperti faktor oseanografi dan eksistensi penduduk. Pada studi ini, kami menemukan bahwa kelimpahan mikroplastik di pulau berpenghuni (Pulau Harapan, Kelapa, Pramuka, Tidung, Pari, dan Lancang) lebih rendah ($4,95 \pm 1,65$ partikel/m³) dibanding dengan pulau tidak berpenghuni (Pulau Dolphin, Macan, Panjang, Semak Daun, Air, Burung, Bokor, dan Bidadari) yang mencapai $6,57 \pm 2,78$ partikel/m³ (**Gambar 25** kiri).

Temuan tersebut sejalan dengan periode 1 tahun 2023, namun bertentangan dengan studi di semua periode tahun 2022 yang justru mendapatkan pulau berpenghuni memiliki kelimpahan mikroplastik lebih tinggi (rata-rata $5,39 \pm 12,22$ partikel/m³) dibandingkan yang tidak berpenghuni (rata-rata $1,97 \pm 1,97$ partikel/m³). Kami menduga, faktor oseanografi terutama arus yang membawa mikroplastik ke pulau tidak berpenghuni menjadi factor yang paling menentukan pola distribusi mikroplastik di tahun 2023. Namun dugaan ini perlu dikaji lebih jauh baik melalui assessment kondisi pulau ataupun pendekatan simulasi numerik agar didapatkan informasi yang lebih detail. Kelimpahan mikroplastik yang cukup tinggi didapatkan di

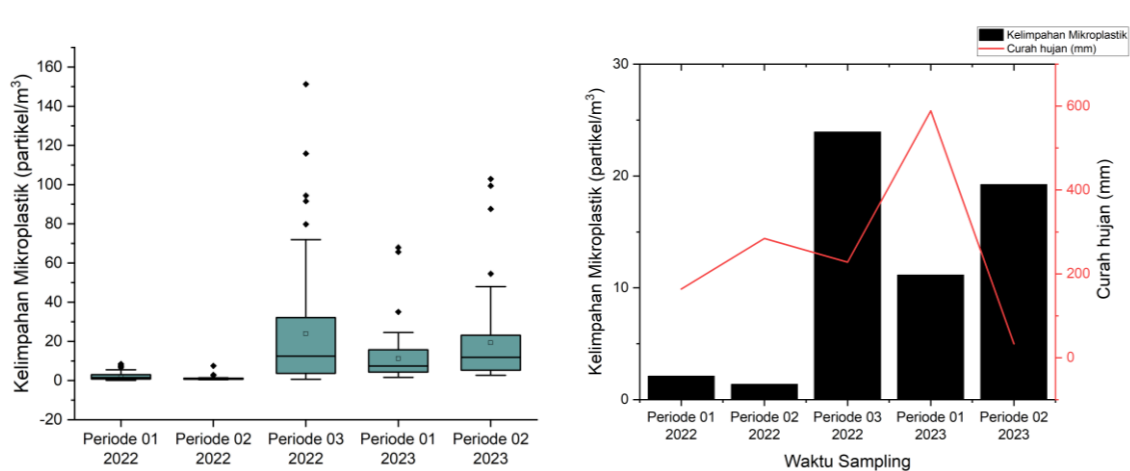
Pulau Macan (10,82 partikel/m³) dan Pulau Semak Daun (10,20 partikel/m³). Kami menduga, kelimpahan mikroplastik di kedua pulau tak berpenghuni tersebut tersebut berasal dari pulau sekitarnya atau dari daerah lain yang tertransportasi oleh arus laut.

Secara temporal didapatkan bahwa kelimpahan mikroplastik pada periode 2 tahun 2023 lebih tinggi ($19,25 \pm 21,70$ partikel/m³) dibandingkan Jika dibandingkan dengan survei periode 1 tahun 2023 ($11,16 \pm 12,36$ partikel/m³), dan periode 1 tahun 2022 ($2,12 \pm 1,90$ partikel/m³), dan periode 2 tahun 2022 ($1,38 \pm 1,54$ partikel/m³), namun lebih rendah dibandingkan periode 3 tahun 2022 ($23,94 \pm 30,82$ partikel/m³) (**Gambar 25** kiri). Hal yang menarik kami temukan saat membandingkan data kelimpahan mikroplastik pada setiap periode sampling dengan data curah hujan yang didapatkan di Jakarta (Titik Tanjung Periuk dan Kemayoran), Tangerang (Titik Soekarno Hatta dan Tangerang), Kabupaten Bogor (Titik Citeko), dan Kota Bogor (Titik Jawa Barat).

Pada survei 2022, didapatkan bahwa curah hujan memiliki korelasi positif yang kuat dengan kelimpahan mikroplastik ($r=0,94$). Namun, jika mengabungkan antara data 2022 dan 2023 didapatkan justru korelasi negatif yang lemah antara kelimpahan mikroplastik dengan curah hujan ($r=0,19$) (**Gambar 25** kanan). Kondisi ini mengindikasikan bahwa kelimpahan mikroplastik di perairan Jakarta akan menjadi lebih tinggi saat curah hujan menurun.

Temuan ini bertentangan dengan penelitian sebelumnya yang justru mendapatkan peningkatan konsentrasi mikroplastik seiring dengan peningkatan curah hujan yang akan memicu penambahan debit Sungai. Selain itu, studi sebelumnya di sungai-sungai yang bermuara di Teluk Jakarta menemukan bahwa kelimpahan mikroplastik memiliki korelasi positif yang kuat dengan curah hujan dimana kelimpahan mikroplastik tertinggi tercatat saat musim hujan dan terendah saat musim kemarau (Cordova *et al* 2022). Adanya perbedaan ini kami duga disebabkan oleh dua faktor utama. Faktor pertama adalah adanya deposisi mikroplastik dari atmosfer yang di teluk Jakarta yang berasal dari aktivitas penduduk sekitarnya (Purwiyanto *et al*

2022b). Faktor kedua adalah sumber mikroplastik di perairan Jakarta tidak hanya berasal dari Jakarta, namun berasal dari perairan sekitarnya. Dugaan kedua ini diperkuat dengan simulasi numerik yang mendapatkan bahwa plastik di perairan Jakarta baik pada musim barat, peralihan 1, timur dan peralihan 2 tidak hanya bersumber dari daratan Jakarta sendiri, namun berasal dari perairan utara Pulau Jawa, bagian selatan pantai Pulau Sumatera bagian Timur, Teluk Thailand, dan bagian barat Pulau Kalimantan (Iskandar *et al* 2021).



Gambar 25. Perbandingan konsentrasi mikroplastik pulau berpenghuni dan tidak berpenghuni (kiri) dan periode 1 tahun 2023 dengan periode 2 tahun 2023 (kanan)

Berdasarkan kelimpahan, mikroplastik di perairan Jakarta memiliki nilai yang berbeda-beda dibandingkan beberapa studi sebelumnya diberbagai belahan dunia (**Tabel 13**). Sebagai contoh, kelimpahan rata-rata mikroplastik di perairan Jakarta jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata dunia yang mencapai 0.96 ± 2.05 partikel/m³ (Shim *et al* 2018). Ada beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan kelimpahan mikroplastik ini. Faktor pertama adalah lokasi sampling yang mempengaruhi tingkat pencemaran. Jika dilihat, daerah yang memiliki konsentrasi mikroplastik yang tinggi berada di China yang dikenal negara penyumbang sampah plastik terbesar di dunia (Jambeck *et al* 2015).

Selain itu, studi sebelumnya di daerah Teluk Jakarta (Priscilla *and* Patria 2019; Takarina *et al* 2022) dilakukan di daerah yang sangat dekat dengan daratan atau sungai (areal pantai atau tambak) yang merupakan sumber utama mikroplastik (Suteja *and* Purwiyanto, 2022). Faktor kedua adalah alat sampling dimana yang menggunakan jaring memungkinkan mikroplastik yang berukuran lebih kecil dari *mesh size* akan lolos, sedangkan yang menggunakan pengambilan langsung (ember nirkarat) akan mengambil partikel mikroplastik dari segala ukuran (Suteja *et al* 2021).

Tabel 13. Perbandingan studi mikroplastik di beberapa lokasi di berbagai belahan dunia

No	Lokasi	Alat Sampling	Kelimpahan (partikel/m ³)	Sumber
1.	Tambak Muara Kamal, Teluk Jakarta, Indonesia	Plankton net 300 μ m	103.800 $\pm$ 20.700	(Priscilla and Patria, 2019)
2.	Tambak Marunda, Teluk Jakarta, Indonesia	Plankton net 300 μ m	90.700 $\pm$ 17.400	(Priscilla and Patria, 2019)
3.	Teluk Asunción, Paraguay	Jaring stainless-steel 300 μ m	13,2 $\pm$ 13,4	(Diez-Pérez <i>et al</i> 2023)
4.	Teluk Tokyo, Jepang	Neuston net 350 μ m and 50 μ m	3000	(Xu <i>et al</i> 2022)
5.	Pantai Teluk Jakarta	Plankton net 350 μ m	70.900	(Takarina <i>et al</i> 2022)
6.	Estuari Sungai Jeneberang, Makassar, Indonesia	Round net 330 μ m	1,83 $\pm$ 0,17	(Wicaksono <i>et al</i> 2020)
7.	Teluk Benoa, Bali, Indonesia	Mini Trawl Manta Net 300 μ m	0,62 $\pm$ 0,50	(Suteja <i>et al</i> 2021)
8.	Teluk Bandon, Thailand	manta trawl 300 μ m	0,33	(Ruangpanupan <i>et al</i> 2022)
9.	Teluk Chesapeake, USA	manta trawl 330 μ m	0,160 ($\pm$ 0,287)	(Bikker <i>et al</i> 2020)
10.	Teluk Manzanillo, Santiago, Navidad, dan Cuastecomates, Meksiko	Neuston nets 250 μ m	0,01 – 1,05	(Kozak <i>et al</i> 2021)
11.	Teluk Monterey, USA	manta trawl net 355 μ m	1,32	(Kashiwabara <i>et al</i> 2021)
12.	Teluk San Francisco	Manta trawl net	0,000166 $\pm$ 2,21e–05	(Hung <i>et al</i> 2021)
13.	Estuari Sungai di Teluk Jakarta	manta trawl net 355 μ m	347,78 $\pm$ 83,11	(Purwiyanto <i>et al</i> 2022a)
14.	Estuari Sungai Kuning	Ember baja nirkarat 5L	930.000 – 497.000	(Han <i>et al</i> 2020)
15.	Estuari kecil, Shanghai, China	Ember baja nirkarat 5L	27.840 $\pm$ 11.810	(Zhang <i>et al</i> 2019)

No	Lokasi	Alat Sampling	Kelimpahan (partikel/m ³)	Sumber
16.	Estuari Trengganu, Malaysia	Pompa (1-2 m dibawah permukaan)	1.687	(Taha <i>et al</i> 2021)
17.	Perairan Jakarta, Indonesia	Plankton net 300 µm	2,12 ± 1,90	Sampling periode 1 tahun 2022
18.	Perairan Jakarta, Indonesia	Plankton net 300 µm	1,38 ± 1,54	Sampling periode 2 tahun 2022
19.	Perairan Jakarta, Indonesia	Plankton net 300 µm	23,94 ± 30,82	Sampling periode 3 tahun 2022
20.	Perairan Jakarta, Indonesia	Plankton net 300 µm	11,16 ± 12,36	Studi ini (periode 1 tahun 2023)
21.	Perairan Jakarta, Indonesia	Plankton net 300 µm	19,25 ± 21,70	Studi ini (periode 2 tahun 2023)

4.2.2. Bentuk

4.2.2.1. Periode 1

Berdasarkan bentuknya, partikel mikroplastik pada studi ini dikategorikan menjadi lima kelompok: fragmen, film, fiber, pellet (granul), dan foam. Hasil sampling pada periode 1 (Mei 2023) menunjukkan bahwa bentuk pellet adalah yang paling umum dijumpai pada semua titik (52,2%), sedangkan sisanya (47,8%) merupakan bentuk lain yaitu film (20,3%), fragmen (16,6%), fiber (10,9%) dan foam (0,0%). Tingginya bentuk pellet di Perairan Jakarta diduga karena meningkatnya minat masyarakat Jakarta dan sekitarnya untuk menggunakan produk perawatan pribadi seperti sabun, pembersih muka, dan pasta gigi, terutama yang berfungsi untuk menjaga kebersihan dan mencegah penyebaran virus COVID-19. Pemerintah Indonesia pada bulan Mei, masih melakukan persiapan agar pandemi COVID-19 berubah menjadi endemi. Pada produk perawatan pribadi, bentuk pellet/ granul (dalam industri disebut mikrobead) digunakan untuk mengangkat sel kulit mati dari permukaan kulit (Sun *et al.* 2020).

Plastik dalam bentuk pellet biasanya disebut sebagai mikroplastik primer, yang merupakan plastik yang sengaja dibuat manusia dengan ukuran mikro. Bentuk ini jarang berasal dari proses degradasi makroplastik di alam (mikroplastik sekunder). Studi

yang dilakukan di Malaysia menemukan bahwa dari lima produk pasta gigi dan pembersih muka yang paling populer digunakan di negara itu dapat melepaskan 0,2 triliun mikroplastik setiap tahun ke perairan (Praveena *et al.* 2018). Bahkan, menurut penelitian yang dilakukan di Amerika Serikat, sekitar 808 triliun mikrobed mengalir ke sistem drainase setiap hari, dan 8 triliun diantaranya masuk ke perairan setelah melewati sistem pengolahan limbah (Rochman *et al.* 2015).

Jumlah tersebut lebih besar di Indonesia, terutama di DKI Jakarta, mengingat sistem pengolahan limbah masih kurang dan banyak orang yang membuang limbah tanpa diolah. Sebagai catatan, di daerah DKI Jakarta yang memiliki penduduk yang sangat padat, hanya beroperasi 35 pengelolaan limbah (Purwiyanto *et al.* 2022a). Mikrobed menjadi sumber utama pencemaran mikroplastik yang sangat tinggi di perairan. Hal ini menyebabkan beberapa negara, seperti AS dan Kanada, bahkan melarang penggunaan mikrobed ini dalam berbagai produk (Schnurr *et al.* 2018; Xanthos and Walker 2017).

Berdasarkan karakterisasi bentuk mikroplastik yang tercatat di Perairan DKI Jakarta, kombinasi fragmen dan film adalah bentuk kedua tertinggi (sebesar 36,9%) setelah pellet. Persentase kedua bentuk (fragmen dan film) yang tinggi ini menunjukkan bahwa partikel ini biasanya dihasilkan dari aktivitas penduduk (Cordova *et al.* 2019). Bentuk fragmen dan film umumnya dihasilkan dari proses disintegrasi makroplastik menjadi mikroplastik (dikenal dengan mikroplastik skunder) yang diakibatkan oleh berbagai faktor lingkungan seperti biologi (bakteri), fisika (panas), dan kimia (UV).

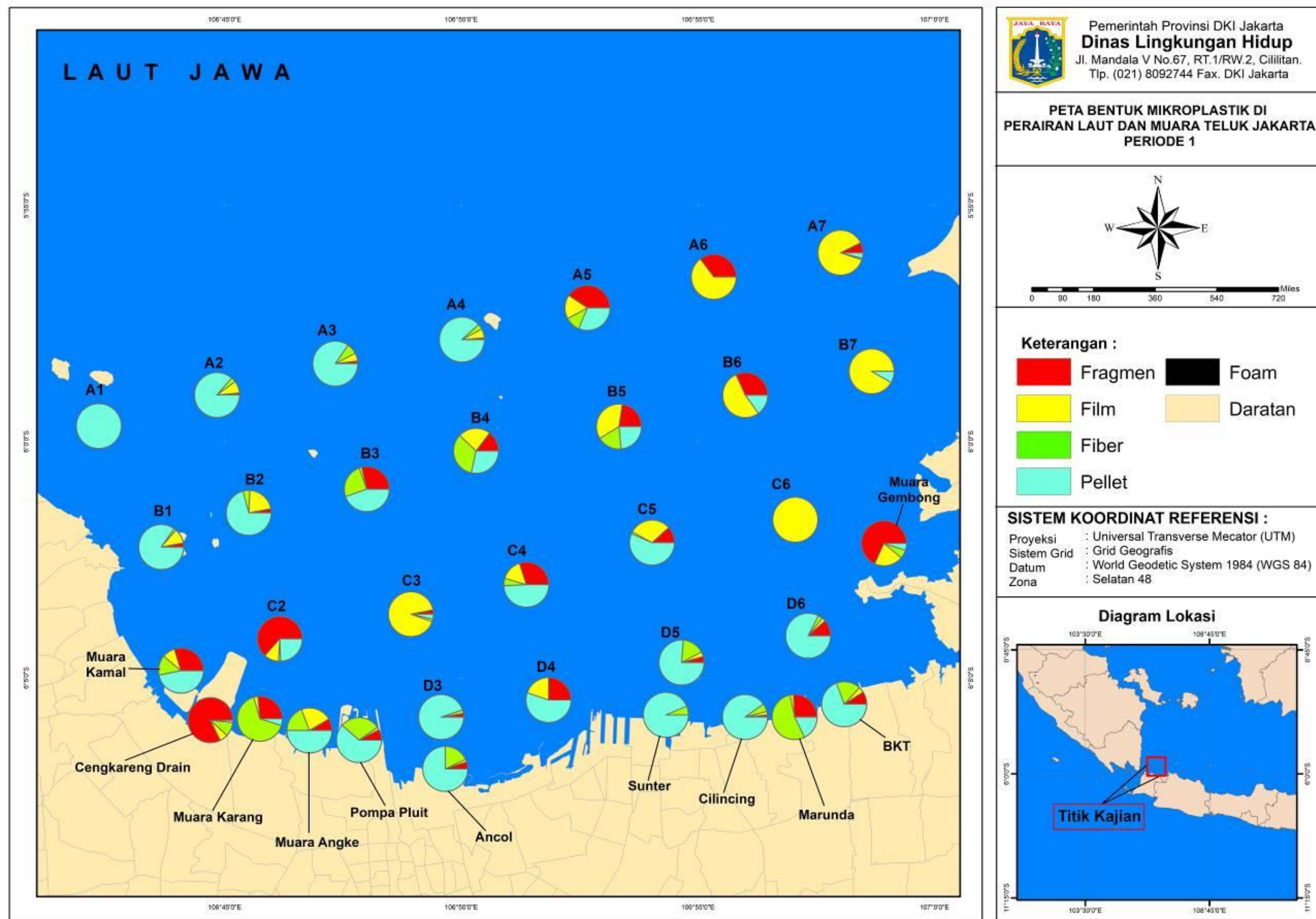
Daratan merupakan penyumbang utama sampah makro yang kemudian masuk ke ekosistem laut melalui sungai. Dugaan ini diperkuat dengan tingginya inputan sampah makro dari 9 sungai ke Teluk Jakarta baik saat kondisi normal ($8,32 \pm 2,44$ ton per hari) dan 2 sungai saat kondisi pandemi Covid 19 (1,58-1,78 ton per hari) (Cordova *et al.* 2021; Cordova dan Nurhati, 2019). Sejalan dengan hal ini, studi terdahulu mengestimasi bahwa sekitar 65 juta partikel mikroplastik dari 9 sungai

yang bermuara di teluk jakarta setiap hari ke ekosistem laut di musim kemarau (Purwiyanto *et al* 2022a). Sumber kedua fragmen dan film adalah aktivitas budidaya laut, terutama budidaya kerang yang menggunakan botol atau jerigen plastik sebagai pelampung. Studi di Teluk Xiangshan dan Teluk Sanggou, China, menunjukkan bahwa aktivitas budidaya laut mengeluarkan mikroplastik dalam jumlah besar dalam jangka waktu yang panjang. (Chen *et al.* 2018; Xia *et al.* 2021).

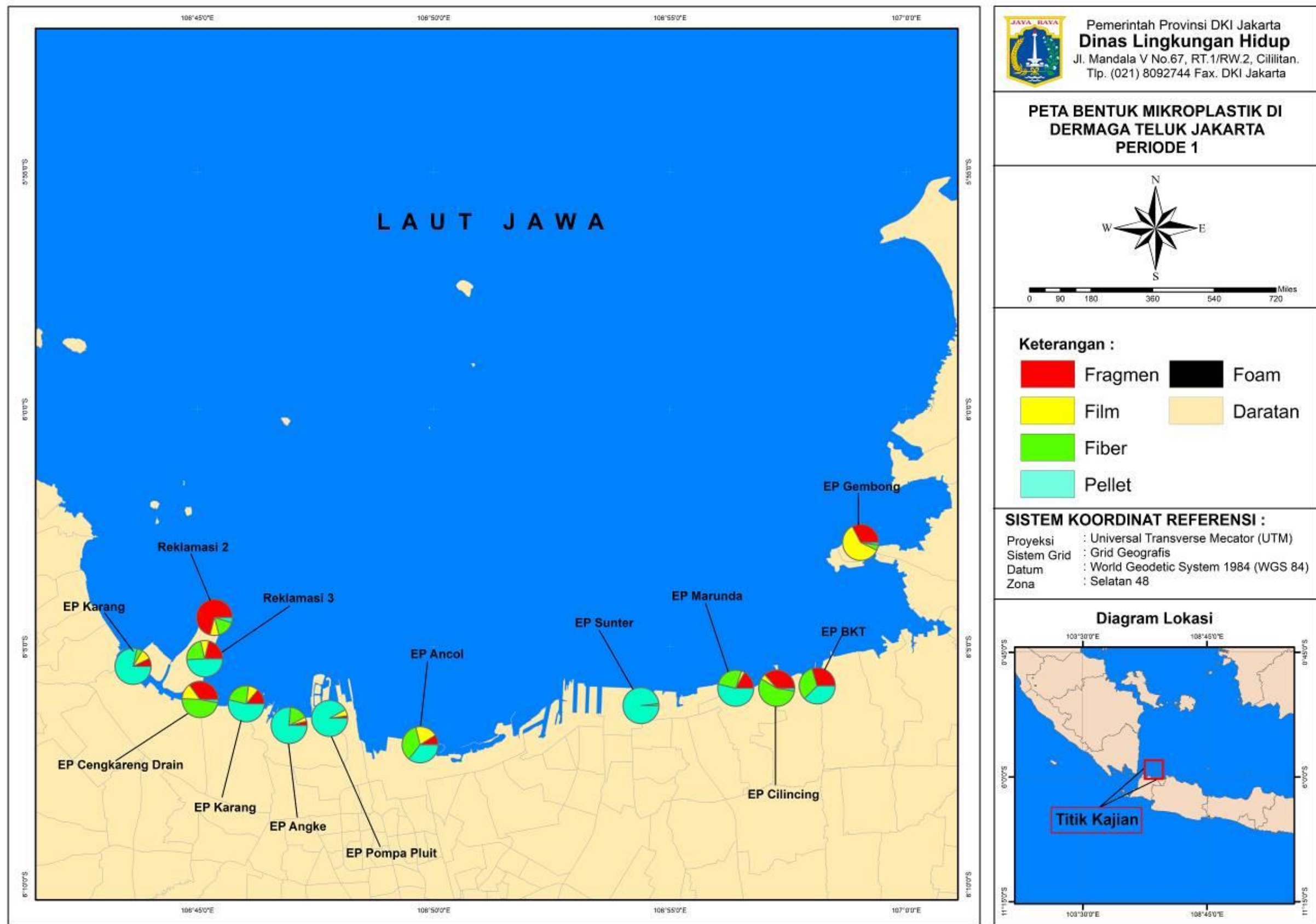
Bentuk mikroplastik ketiga tertinggi yang terobservasi di Teluk Jakarta adalah fiber (10,9%). Bentuk ini umumnya bersumber dari aktivitas mencuci (baik dengan mesin ataupun tangan). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa diperkirakan sekitar 12.100 ton fiber dilepaskan ke lingkungan setiap tahun dari proses pencucian mesin cuci saja (Cesa *et al.* 2020). Pengikisan dari ban kendaraan merupakan sumber kedua fiber di ekosistem perairan.

Menurut studi di Eropa, sekitar 52.000 hingga 136.000 ton fiber dari pengikisan ban kendaraan masuk ke lingkungan laut (Mishra *et al.* 2020). Jumlah ini akan meningkat seiring dengan jumlah kendaraan yang ada di daerah tersebut. Selain melalui sungai, fiber dapat masuk ke perairan dari udara. Hal ini ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan di kawasan Ancol, Jakarta, yang mengumpulkan polimer polybutadine, yang banyak digunakan pada ban kendaraan (Purwiyanto *et al.* 2022b).

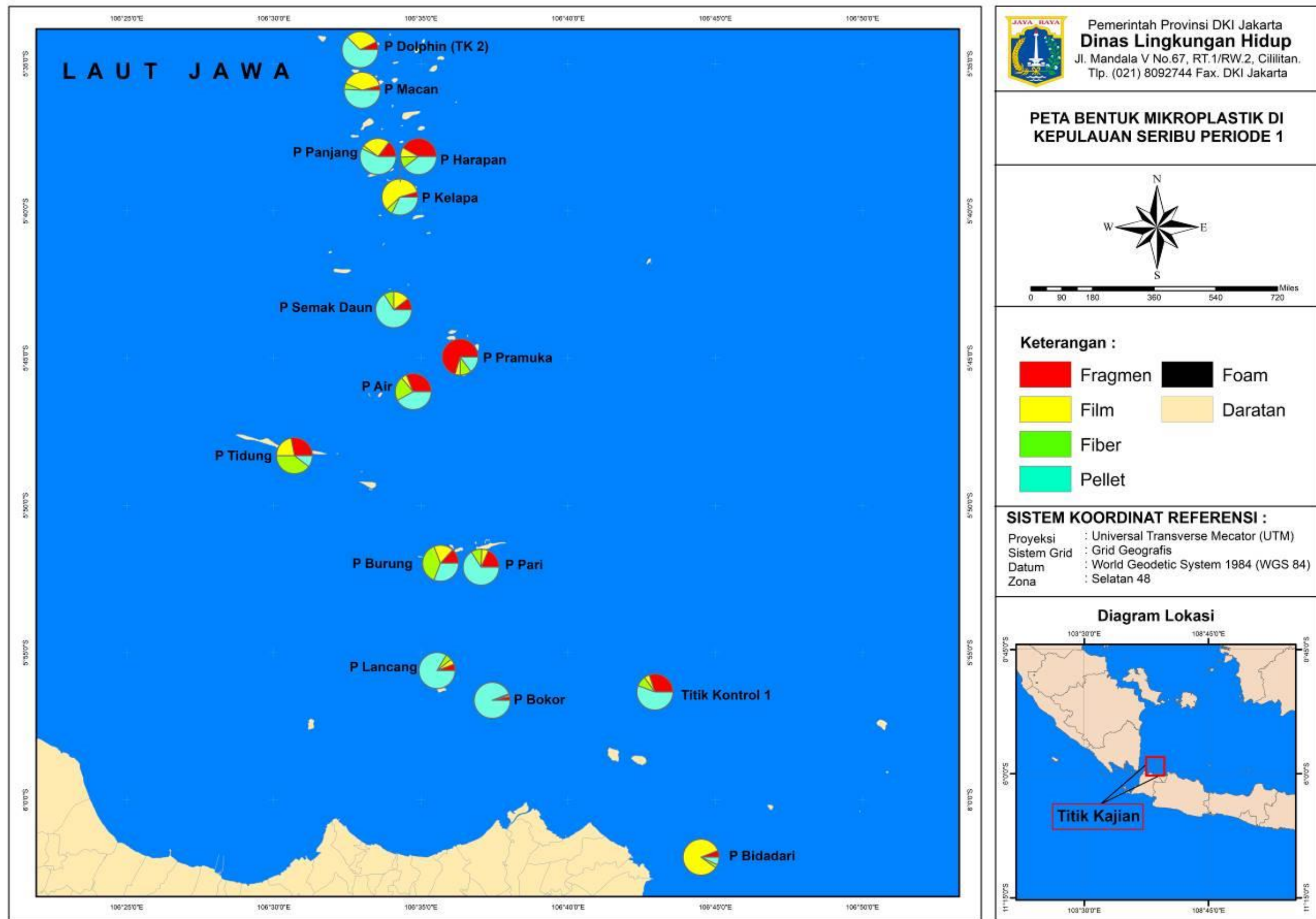
Foam merupakan bentuk mikroplastik yang tidak ditemukan pada sampling periode 1. Bentuk ini biasanya berasal dari aktivitas di sekitar perairan yang menggunakan *styrofoam* sebagai pembungkus makanan atau bahan untuk menyimpan ikan. Selain itu, foam dapat juga berasal dari *styrofoam* yang ada di pelampung nelayan dan keramba jaring apung.



Gambar 26. Bentuk kontaminan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023



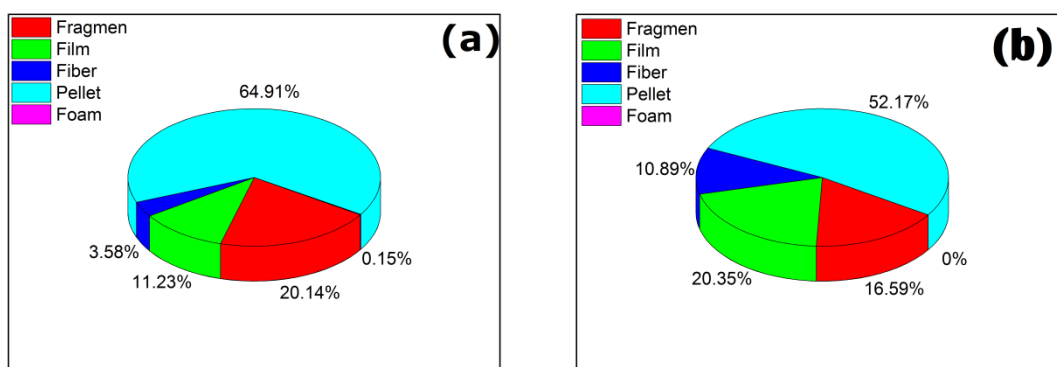
Gambar 27. Bentuk kontaminan mikroplastik di dermaga periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023



Gambar 28. Bentuk kontaminan mikroplastik di Kepulauan Seribu periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023

Jika dibandingkan survei tahun 2022 pada periode yang sama, bentuk mikroplastik pada periode 2023 ini masih sama, namun dengan persentase dominan yang berbeda. Pada tahun 2022 periode 1, bentuk pellet memiliki persentase 64,91%, sementara itu, pada periode 1 tahun 2023 ini hanya 52,17% (**Gambar 29**). Tingginya bentuk pellet di ekosistem perairan, tidak hanya ditemukan di Perairan Jakarta, namun dilaporkan juga di beberapa kajian sebelumnya. Sebagai contoh, 96,8% mikroplastik yang ditemukan di permukaan perairan laut Hong Kong berbentuk pellet (Tsang *et al* 2017). Selain itu, penelitian spasial dan temporal di perairan Tsing Yi, Pelabuhan Victoria dan Teluk Deep di Hong Kong menunjukkan bahwa mikroplastik dalam bentuk pellet adalah yang paling banyak ditemukan dengan persentase masing-masing 95,9%, 57,6%, dan 52,8% (Tsang *et al* 2020).

Di sembilan titik pengamatan di permukaan perairan pantai Jepang, bentuk pellet dengan ukuran kurang dari 800 μm juga dilaporkan memiliki konsentrasi yang cukup tinggi (9,7%) (Isobe 2016). Namun, bentuk mikroplastik yang dominan pada studi ini berbeda dengan studi sebelumnya permukaan air di pantai Teluk Jakarta (Takarina *et al.* 2022), serta tambak Muara Kamal dan Marunda (Priscilla *and* Patria 2019) yang masing-masing dominan mendapatkan film dan fiber. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh adanya perbedaan antara sumber pencemaran utama di lokasi studi dan waktu sampling.



Gambar 29. Bentuk mikroplastik periode 1 tahun 2022 (a) dan periode 1 tahun 2023 (b)

4.2.1.2. Periode 2 (Musim Angin Timur/Musim Kemarau)

Pada sampling periode 2 ini, partikel mikroplastik dibedakan menjadi lima kategori berdasarkan bentuk, yaitu: fragmen, film, fiber, pellet (granul), dan foam. Hasil sampling pada periode 2 (September 2023) di perairan Jakarta mendapatkan bahwa secara umum pellet/granule masih merupakan bentuk yang paling dominan (48,8%) sedangkan sisanya (51,2) merupakan bentuk lain yaitu fragmen (20,3%), film (18,3%), fiber (12,7%), dan foam (0,0%).

Berdasarkan sampling periode 2 di perairan Jakarta didapatkan juga bahwa kombinasi fragmen dan film adalah bentuk kedua tertinggi (sebesar 38,5%) setelah pellet. Bentuk fragmen dan film yang cukup tinggi di suatu perairan mengindikasikan bahwa aktivitas penduduk memberikan kontribusi yang tinggi terhadap pencemaran perairan di lokasi kajian (Cordova *et al* 2019). Bentuk fragmen dan film dihasilkan dari proses disintegrasi makroplastik menjadi mikroplastik (dikenal dengan mikroplastik sekunder) yang diakibatkan oleh berbagai faktor lingkungan seperti biologi (bakteri), fisika (panas), dan kimia (UV).

Hasil observasi menunjukkan bahwa fiber (12,7%) merupakan bentuk mikroplastik ketiga tertinggi di perairan Jakarta. Bentuk fiber pada umumnya berasal dari aktivitas mencuci pakaian (baik dengan mesin ataupun tangan) yang dilakukan oleh penduduk sekitar. Studi sebelumnya menyoroti adanya fiber dalam jumlah tinggi (12.100 ton) yang masuk ke lingkungan akibat dari proses pencucian mesin cuci saja (Cesa *et al* 2020). Sumber fiber kedua tertinggi di ekosistem perairan diduga kuat berasal dari aktivitas pengikisan ban kendaraan. Studi di Eropa menekankan bahwa pengikisan ban kendaraan dapat menghasilkan 503.600 ton fiber setiap tahunnya, dengan jumlah 52.000-136.000 ton fiber setiap tahunnya masuk ke lingkungan perairan (Mishra *et al* 2020). Jumlah fiber yang dihasilkan ini menunjukkan korelasi positif dengan jumlah kendaraan yang ada di daerah tersebut.

Selain melalui sungai, fiber dapat masuk ke perairan dari udara. Hal ini ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan di kawasan Ancol, Jakarta, yang

mengumpulkan polimer polybutadine, yang banyak digunakan pada ban kendaraan (Purwiyanto *et al* 2022b). Foam merupakan bentuk mikroplastik yang tidak ditemukan pada sampling periode 2. Bentuk ini biasanya berasal dari aktivitas di sekitar perairan yang menggunakan *styrofoam* sebagai pembungkus makanan atau bahan untuk menyimpan ikan. Selain itu, foam dapat juga berasal dari *styrofoam* yang ada di pelampung nelayan dan keramba jaring apung.

Jika dibandingkan survei pada periode sebelumnya, survei periode 2 masih memiliki hasil yang sama dengan dominasi bentuk pellet, kecuali pada sampling periode 2 tahun 2022 yang didominasi oleh fragmen. Jika dilihat lebih rinci, kita menemukan bahwa persentase pellet pada setiap periode sampling berbeda-beda dengan trend yang cenderung menurun setiap periode sampling (**Gambar 33**).

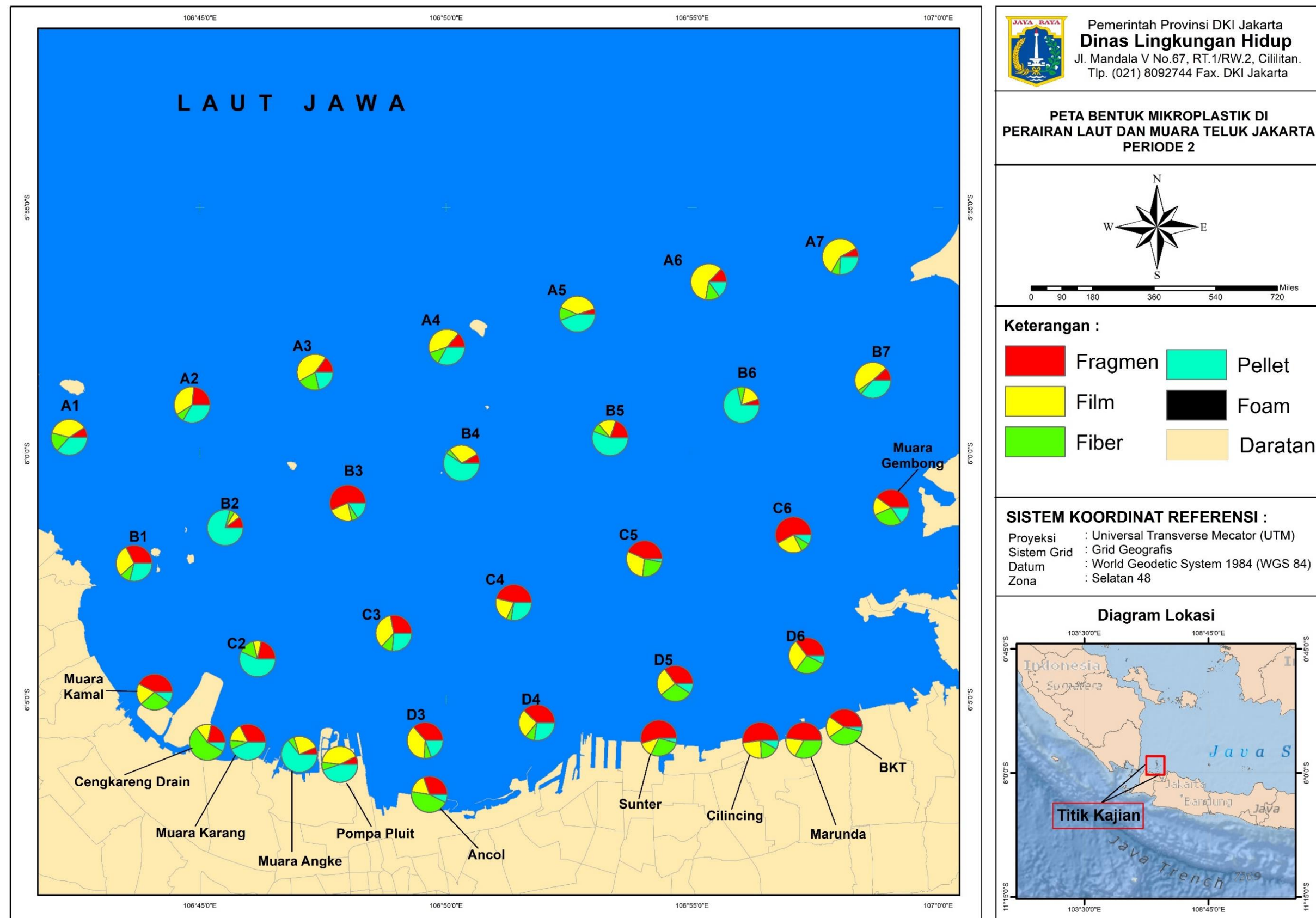
Penurunan trend persentase pellet ini kami duga sangat terkait dengan pandemi COVID-19 yang melanda seluruh dunia, termasuk Indonesia. Pada tahun 2022 Indonesia sudah memasuki fase *new normal*, namun masyarakat selalu dihimbau untuk menjaga kebersihan guna mencegah penyebaran virus COVID-19. Hal ini menyebabkan penggunaan produk perawatan pribadi yang mengandung pellet masih tinggi. Namun pada tahun 2023, terutama survei periode 01 (Mei), pemerintah sedang mempersiapkan Indonesia menuju endemi COVID-19. Kondisi ini memungkinkan masyarakat beraktivitas lebih bebas dan cenderung kurang memperhatikan kebersihan.

Pada saat sampling September 2023 dilakukan, pemerintah Republik Indonesia sudah menyatakan berakhirnya pandemi COVID-19. Pemberhentian ini ditetapkan melalui Keppres No. 17 Tahun 2023 dan menetapkan status *pandemi* Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) telah berakhir dan mengubah COVID-19 menjadi penyakit endemi di Indonesia. Dengan demikian, penetapan kedaruratan kesehatan masyarakat COVID-19 dan penetapan bencana nonalam penyebaran COVID- 19 sebagai bencana nasional secara resmi telah dicabut. Kami menduga, kondisi ini memicu adanya pengurangan penggunaan produk perawatan pribadi

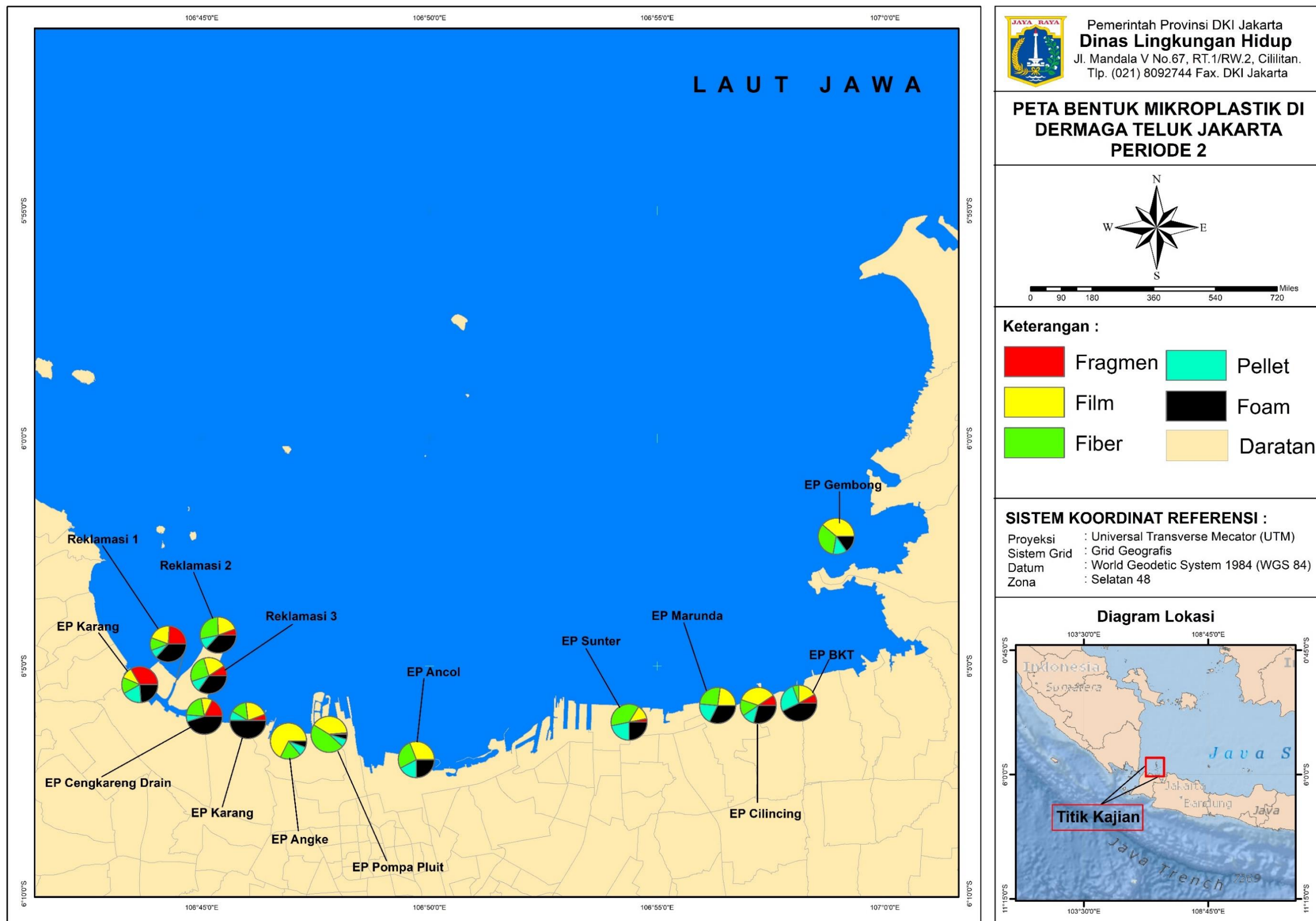
secara signifikan sehingga menurunkan persentase pellet yang ditemukan di lingkungan perairan laut.

Tingginya bentuk pellet di ekosistem perairan, tidak hanya ditemukan di Perairan Jakarta, namun dilaporkan juga di beberapa kajian sebelumnya. Sebagai contoh, 96,8% mikroplastik yang ditemukan di permukaan perairan laut Hong Kong berbentuk pellet (Tsang *et al* 2017). Selain itu, penelitian spasial dan temporal di perairan Tsing Yi, Pelabuhan Victoria, dan Teluk Deep di Hong Kong menunjukkan bahwa mikroplastik dalam bentuk pellet adalah yang paling banyak ditemukan dengan persentase masing-masing 95,9%, 57,6%, dan 52,8% (Tsang *et al* 2020). Di sembilan titik pengamatan di permukaan perairan pantai Jepang, bentuk pellet dengan ukuran kurang dari 800 μm juga dilaporkan memiliki konsentrasi yang cukup tinggi (9,7%) (Isobe, 2016).

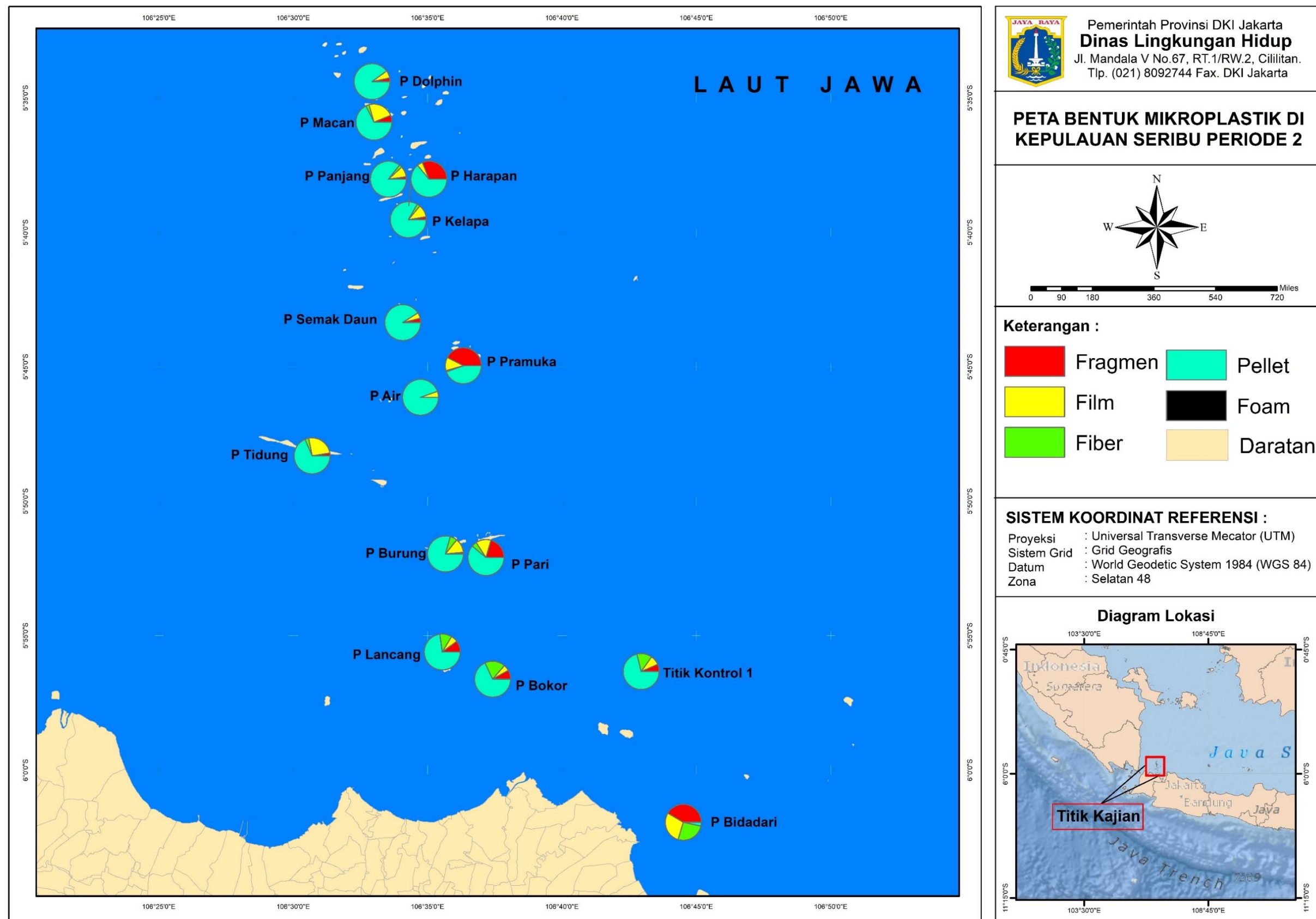
Namun, bentuk mikroplastik yang dominan pada studi ini berbeda dengan studi sebelumnya permukaan air di pantai Teluk Jakarta (Takarina *et al* 2022), serta tambak Muara Kamal dan Marunda (Priscilla *and* Patria, 2019) yang masing-masing dominan mendapatkan film dan fiber. Kami menduga bahwa perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan antara sumber pencemaran utama di lokasi studi dan waktu sampling.



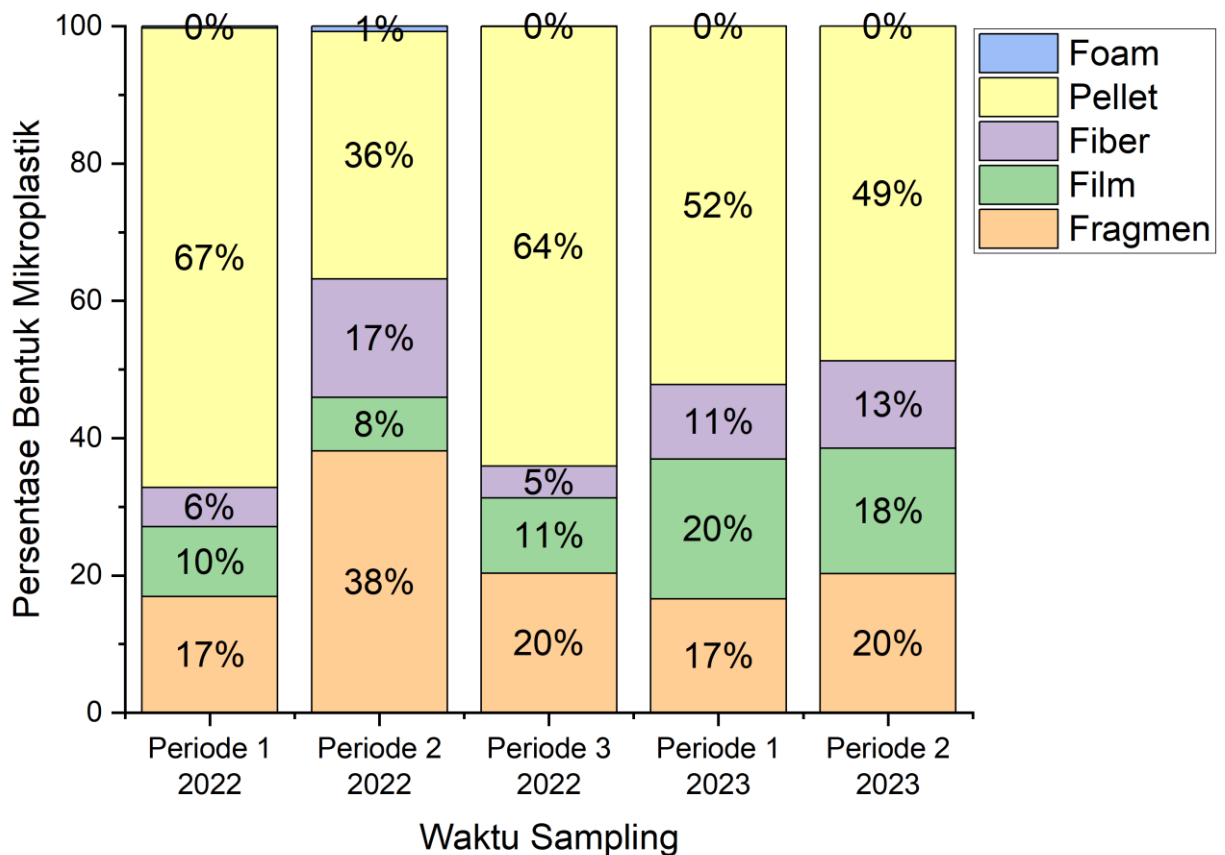
Gambar 30. Bentuk kontaminan mikroplastik di perairan laut dan muara Teluk Jakarta periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023



Gambar 31. Bentuk kontaminan mikroplastik di Dermaga periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023



Gambar 32. Bentuk kontaminan mikroplastik di Kepulauan Seribu periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023



Gambar 33. Bentuk kontaminan mikroplastik periode 2022-2023

4.2.3. Ukuran

4.2.3.1. Periode 1 (Musim Angin Barat/Musim Hujan)

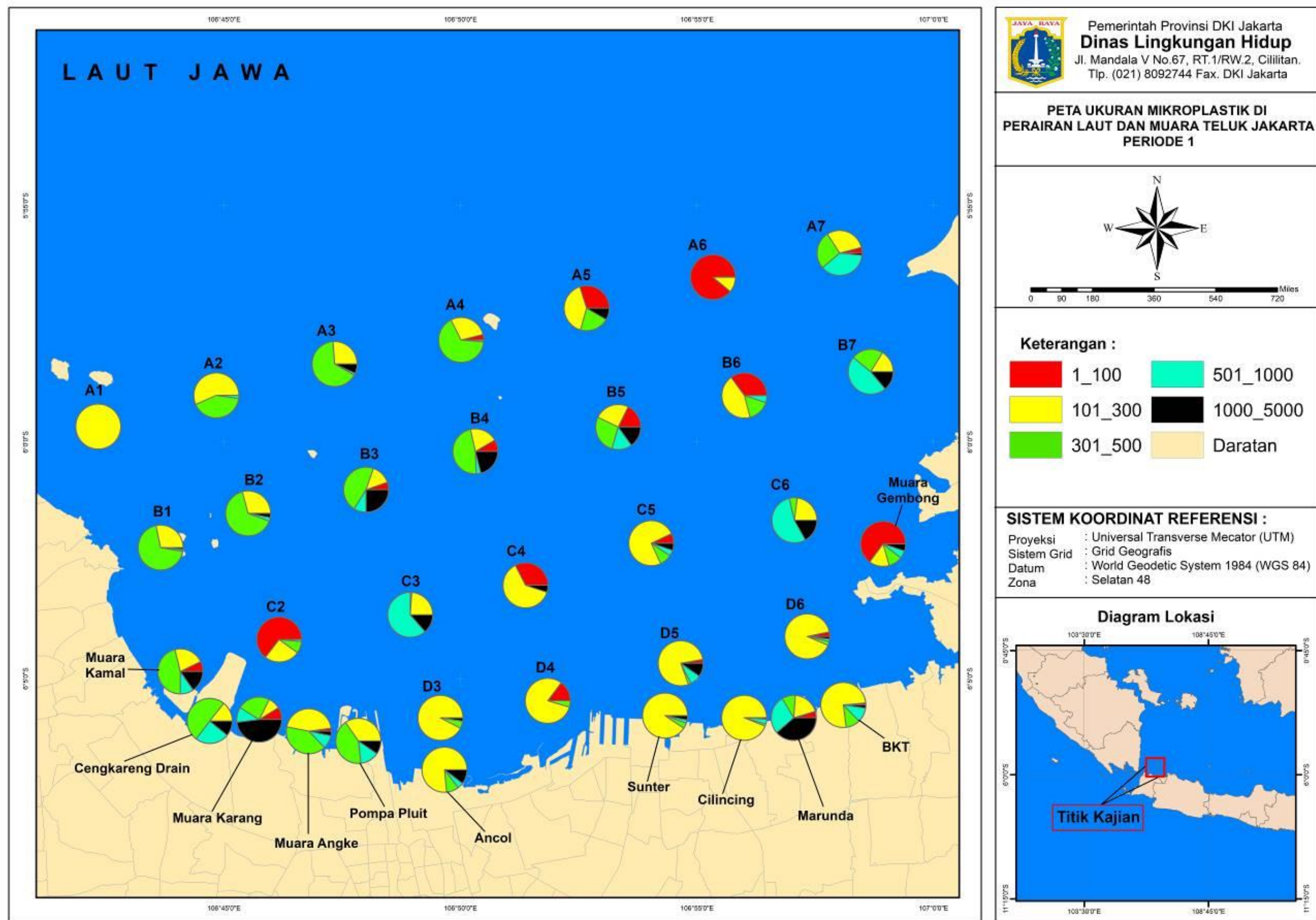
Mikroplastik berdasarkan ukuran pada studi ini dikelompokkan menjadi 5 kategori yaitu 1-100, 101-300, 300-500, 501-1000 dan 1001-5000 μm . Berdasarkan hasil pengamatan periode 1 ditemukan bahwa ukuran 101–300 μm merupakan ukuran mikroplastik paling dominan (42,1%), sedangkan ukuran mikroplastik 1001-5000 μm merupakan ukuran yang paling sedikit teramati (8,7%). Sisanya (49,3%) merupakan ukuran 1-100, 301-500, dan 501-1000 μm dengan persentase masing-masing 10,9%; 27,3%; dan 11,1%. Jika dilihat lebih lanjut, ukuran mikroplastik dominan berbeda antar titik. Ada kemungkinan bahwa perbedaan ukuran

antara titik ini disebabkan oleh variabel hidrodinamik seperti gelombang, pasang surut, arus, dan biofouling serta kondisi atmosfer.

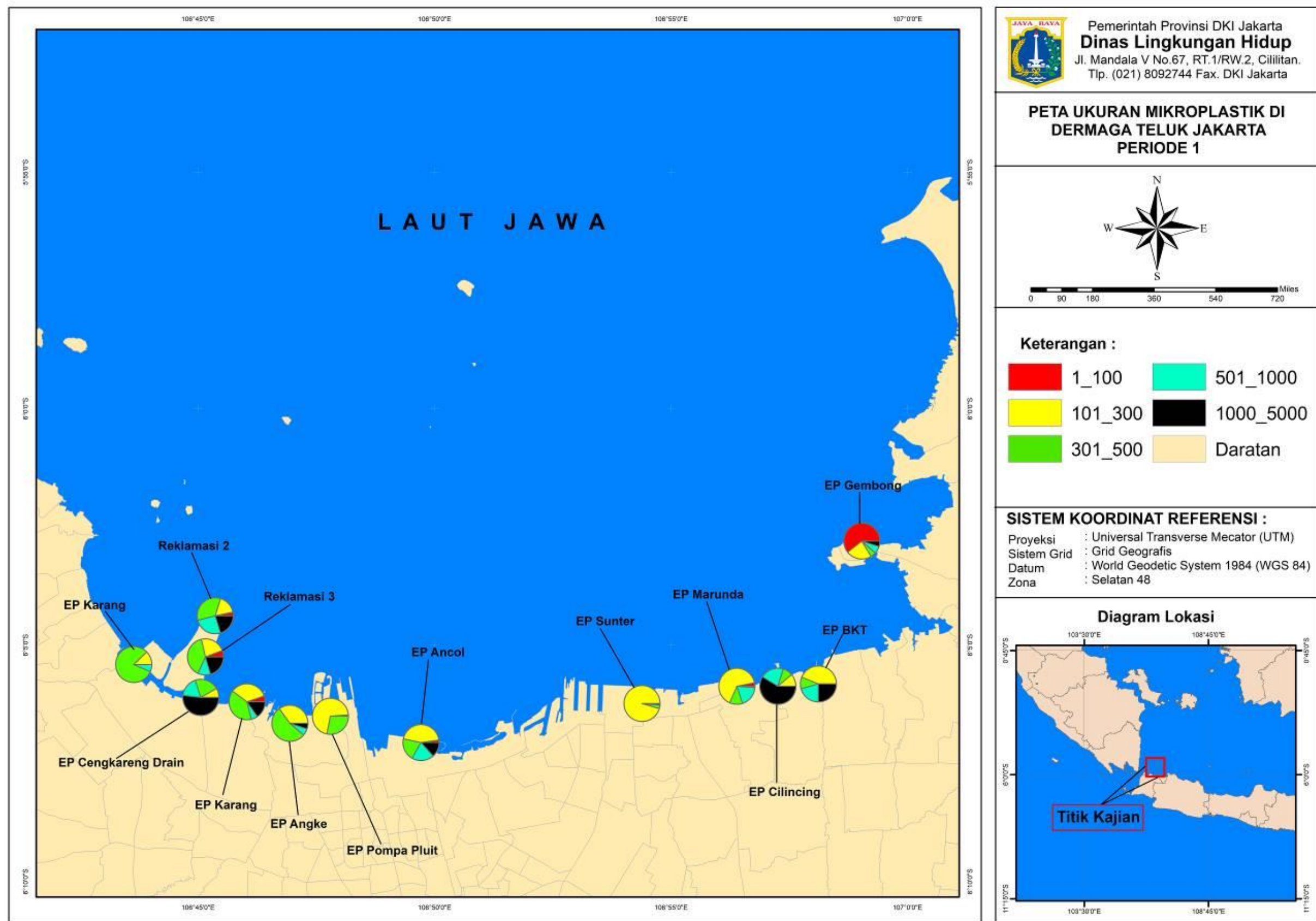
Pada studi di perairan DKI Jakarta, baik pada survei periode 1 tahun 2023 maupun survei semua periode di tahun 2022, ukuran mikroplastik yang paling umum adalah antara 101 dan 300 μm . Hal ini cukup mengejutkan karena ukuran mikroplastik ini lebih kecil dari mesh size *round net* yang digunakan yang hanya 300 μm . Kami menduga bahwa fenomena ini terjadi karena plankton menutup kisi-kisi jaring, yang menyebabkan mikroplastik di bawah 300 μm disaring selama proses sampling. Setiap pengambilan sampel, jaring selalu dipenuhi dengan mucus plankton, yang mengindikasikan konsentrasi plankton yang tinggi di lokasi penelitian.

Selain itu, hal ini sejalan dengan putaran *flow meter* yang rendah walaupun sudah dilakukan proses *towing* yang cukup lama (± 10 menit per titik sampling). Menurut beberapa penelitian sebelumnya, perairan Teluk Jakarta berada dalam kondisi hipereutrofik hingga eutrofik (Damar *et al* 2019) yang disebabkan oleh tingginya inputan pencemaran dari sungai (Koropitan *et al* 2009). Oleh karena itu, konsentrasi plankton tinggi yang berperan untuk menyumbat jaring di lokasi penelitian diduga terkait dengan kualitas air yang buruk.

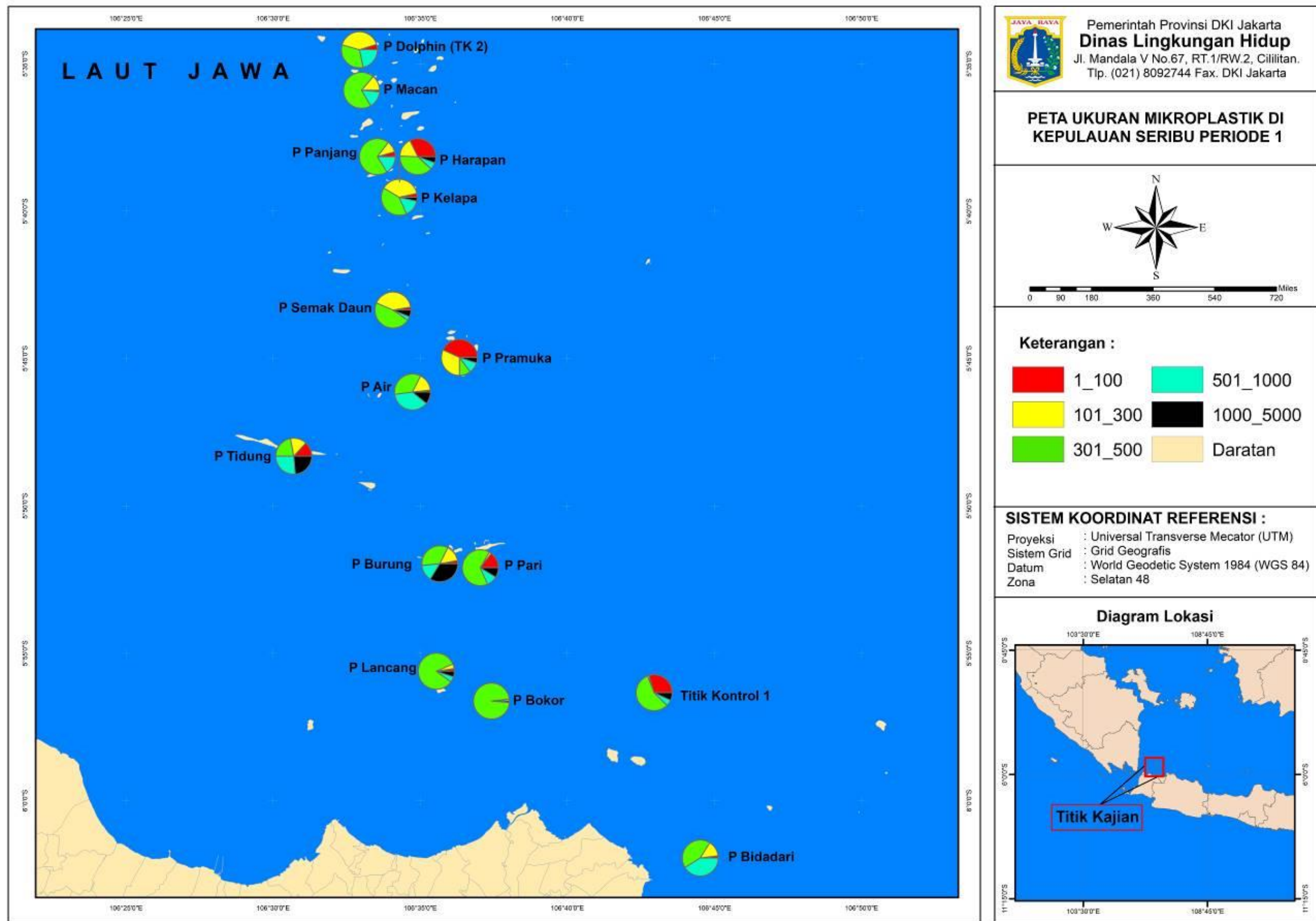
Dominasi ukuran mikroplastik 101–300 μm juga mengindikasikan terjadinya proses degradasi maksimal yang membuat makroplastik menjadi ukuran yang lebih kecil. Sangat penting untuk diperhatikan bahwa dengan melimpahnya mikroplastik berukuran kecil maka persentase untuk tertelan oleh organisme laut akan semakin meningkat (Cole *et al* 2011). Studi sebelumnya dalam skala laboratorium menunjukkan bahwa zooplankton *non-filter feeder* dapat secara langsung menelan mikroplastik (Vroom *et al* 2017). Kemungkinan bioakumulasi dan biomagnifikasi di rantai makanan akan meningkat jika mikroplastik tertelan di produsen atau konsumen tingkat 1 (Batel *et al* 2018; Karlsson *et al* 2017).



Gambar 34. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di perairan laut dan muara Teluk Jakarta periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023

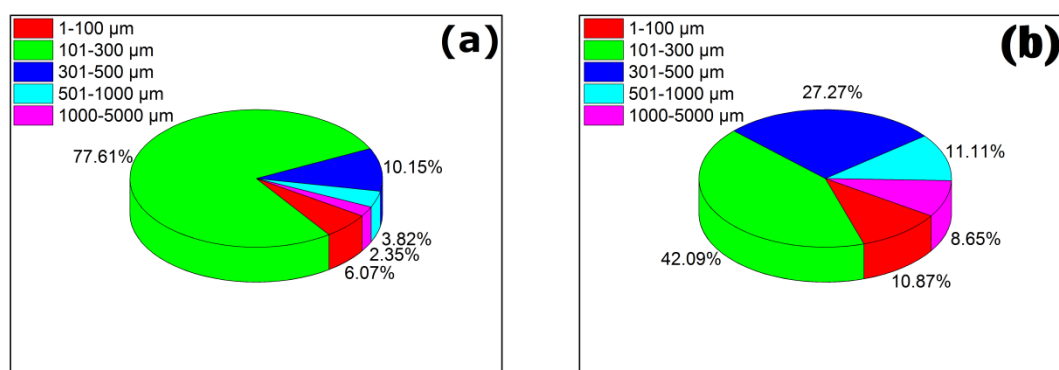


Gambar 35. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di dermaga periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023



Gambar 36. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di Kepulauan Seribu periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023

Jika dibandingkan survei tahun 2022 pada periode yang sama, ukuran mikroplastik pada periode 2023 ini masih sama, namun dengan persentase dominan yang berbeda. Pada periode 1 tahun 2022, ukuran 100 - 300 μm memiliki persentase 77,6%, sementara itu, pada periode ini hanya 42,1% (**Gambar 37**).



Gambar 37. Bentuk mikroplastik periode 1 2022 (a) dan periode 1 2023 (b)

4.2.3.2. Periode 2 (Musim Angin Timur/Musim Kemarau)

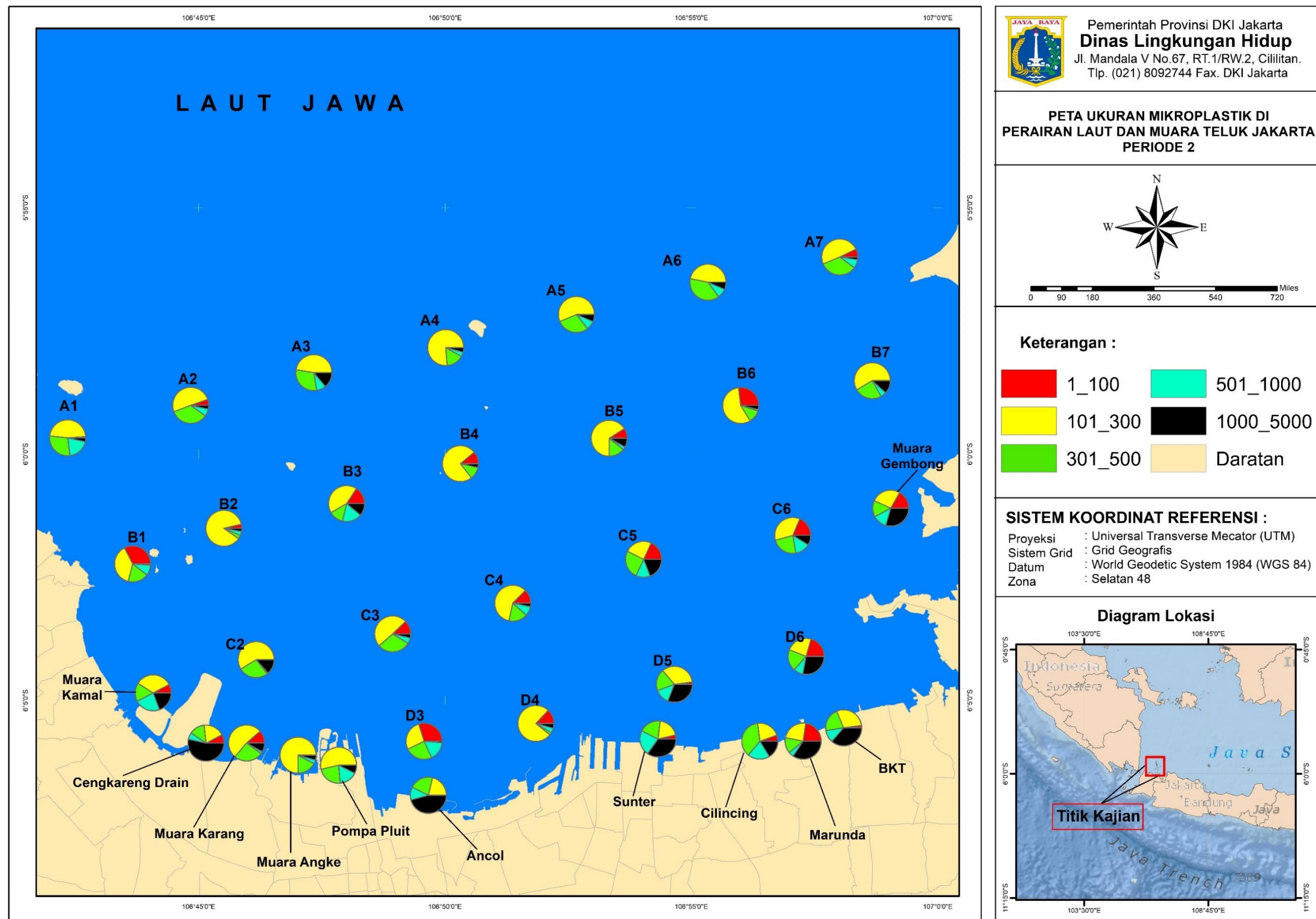
Pada sampling periode 2 ini, mikroplastik di kelompokkan menjadi lima berdasarkan ukuran yaitu: 1-100, 101-300, 300-500, 501-1000 dan 1001-5000 μm . Hasil pemantauan menunjukkan bahwa mikroplastik dengan ukuran 101–300 μm merupakan yang paling banyak tercatat di semua titik (55,6%), sementara itu, ukuran yang paling sedikit teramati (5,6%) berasal dari ukuran 1–100 μm . Dari hasil pengamatan, juga didapatkan bahwa mikroplastik dengan ukuran 301-500, 501-1000, dan 1001-5000 μm pada keseluruhan titik memiliki persentase masing-masing sebesar 20,5%; 7,5%; dan 10,9%. Namun, jika dilihat lebih terperinci pada setiap titik, terdapat perbedaan ukuran yang dominan antar titik. Perbedaan ukuran ini kami duga sangat terkait dengan variabel hidrodinamik (gelombang, pasang surut, arus) dan biofouling serta kondisi atmosfer (penyinaran matahari, angin) di setiap lokasi.

Pada survei periode 2 tahun 2023 ini, ukuran yang dominan (101-300 μm) masih sama dengan semua periode survei sebelumnya yaitu periode 1 tahun 2023 dan survei di tahun 2022. Dominasi pada ukuran ini menjadi catatan penting mengingat

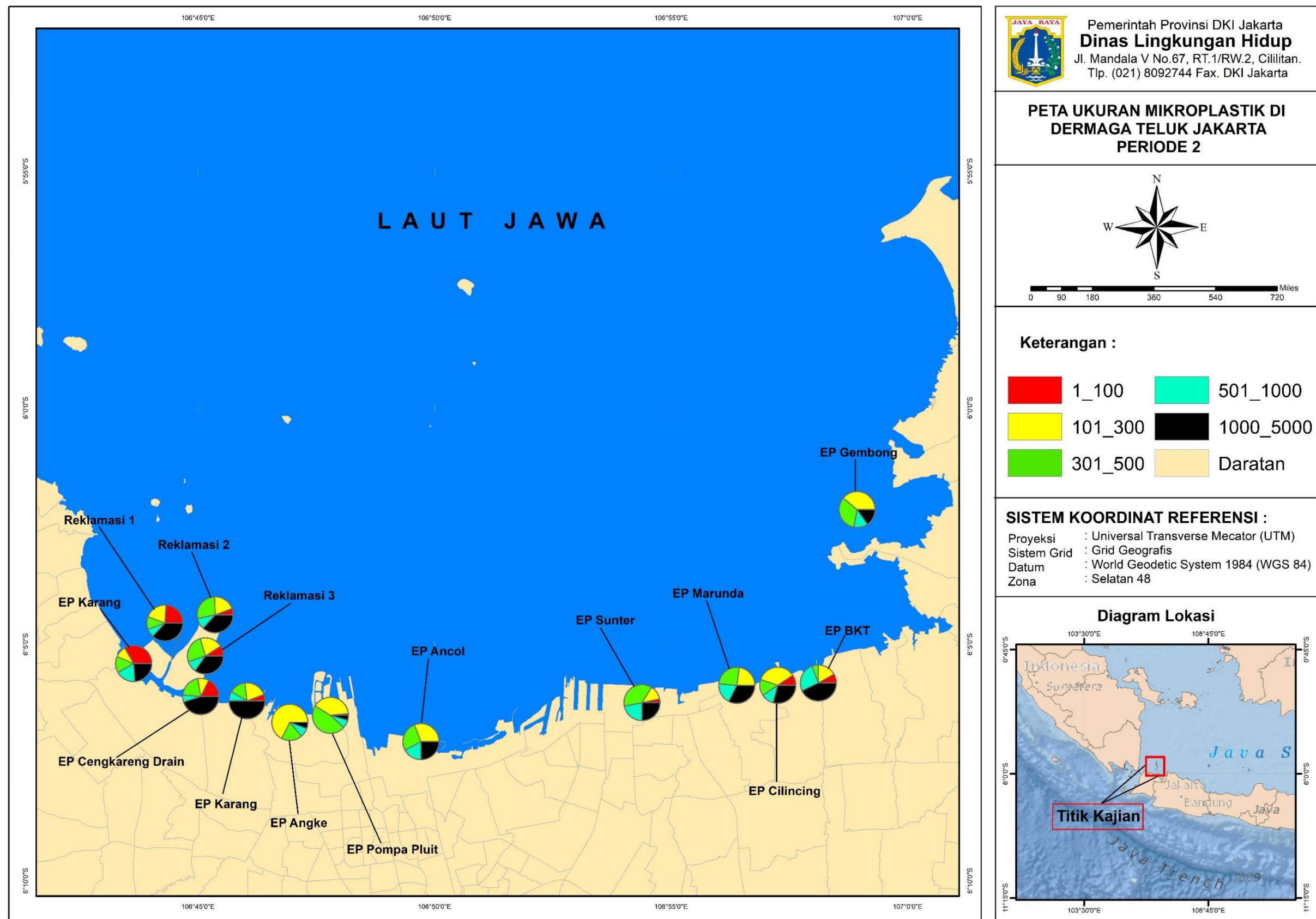
ukuran mikroplastik ini lebih kecil dari mesh size round net yang digunakan selama survei yang hanya 300 μm . Dugaan kami masih sama dengan kajian sebelumnya dimana terdapat plankton (fitoplankton dan zooplankton) yang menutup kisi-kisi jaring, sehingga mikroplastik di bawah 300 μm disaring selama proses sampling.

Jika dibandingkan survei sebelumnya, ukuran mikroplastik dominan masih sama, namun dengan persentase yang berbeda. Persentase mikroplastik dengan ukuran 100-300 μm pada periode 1 tahun 2022, periode 2 tahun 2022, periode 03 tahun 2022, periode 1 tahun 2023 dan periode 2 tahun 2023 masing-masing sebesar 78,4%; 47,9%; 76,7%; 42,1%; dan 55,5% (**Gambar 41**). Namun dominasi ukuran mikroplastik di perairan Jakarta lebih besar atau lebih kecil, jika dibandingkan dengan penelitian yang dilaporkan di berbagai lokasi.

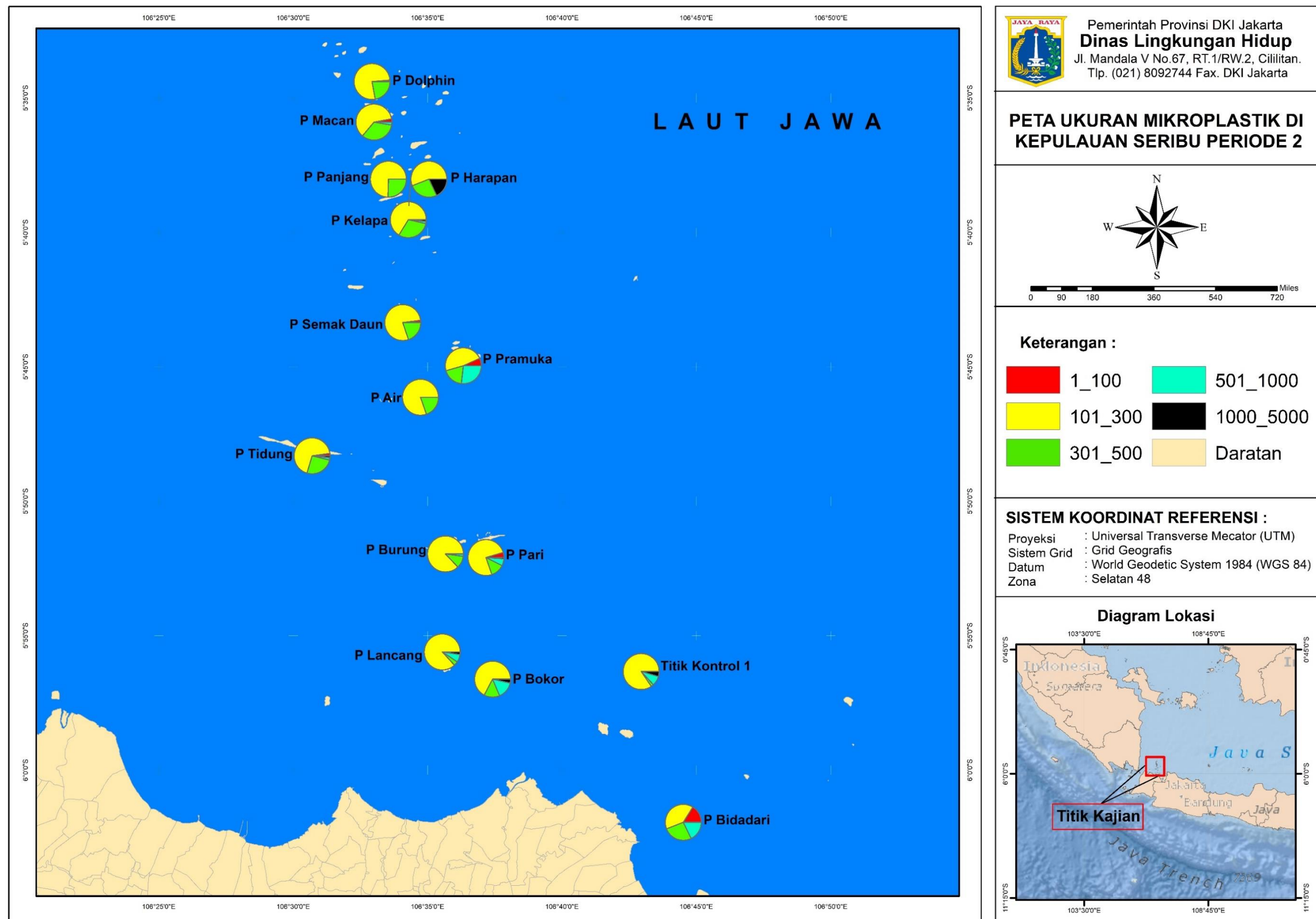
Sebagai contoh, mikroplastik yang ditemukan dalam studi di Perairan Jakarta lebih kecil daripada yang ditemukan di Teluk Benoa, Bali, Indonesia (Suteja *et al* 2021) dan Teluk Bandon, Thailand (Ruangpanupan *et al* 2022), di mana ukuran mikroplastik didominasi antara 500 dan 1000 μm dan memiliki persentase masing-masing 39,9% dan 22-23,4%. Studi di Teluk Bengal, India, melaporkan mikroplastik berukuran 1000-5000 μm mendominasi (47%) permukaan perairan (Al Nahian *et al* 2022). Namun, mikroplastik di Perairan Jakarta ini lebih besar daripada studi di estuary Sungai Mazhou, Hong Kong, yang didominasi oleh ukuran <100 μm (62,7%) (Wu *et al* 2020).



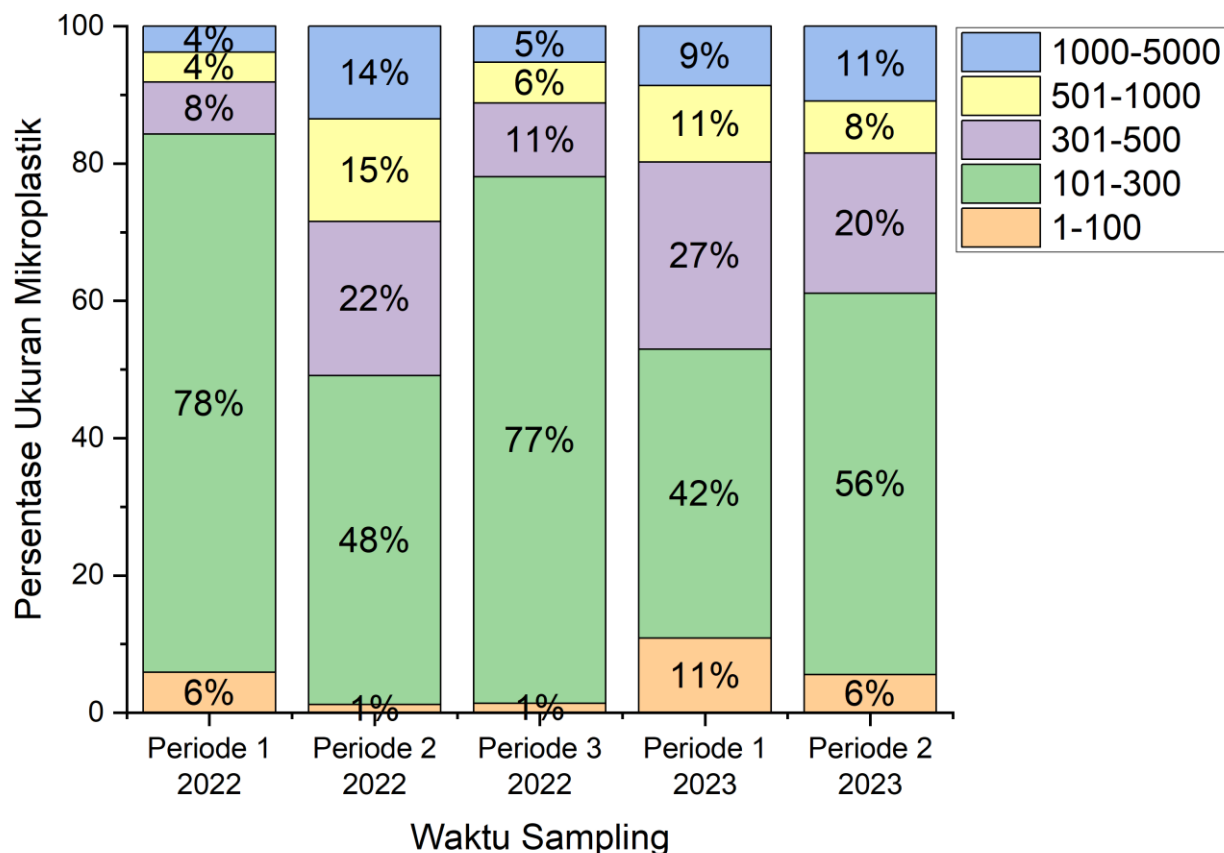
Gambar 38. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di perairan laut dan muara Teluk Jakarta periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023



Gambar 39. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di Dermaga periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023



Gambar 40. Ukuran kontaminan mikroplastik (μm) di Kepulauan Seribu periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2023

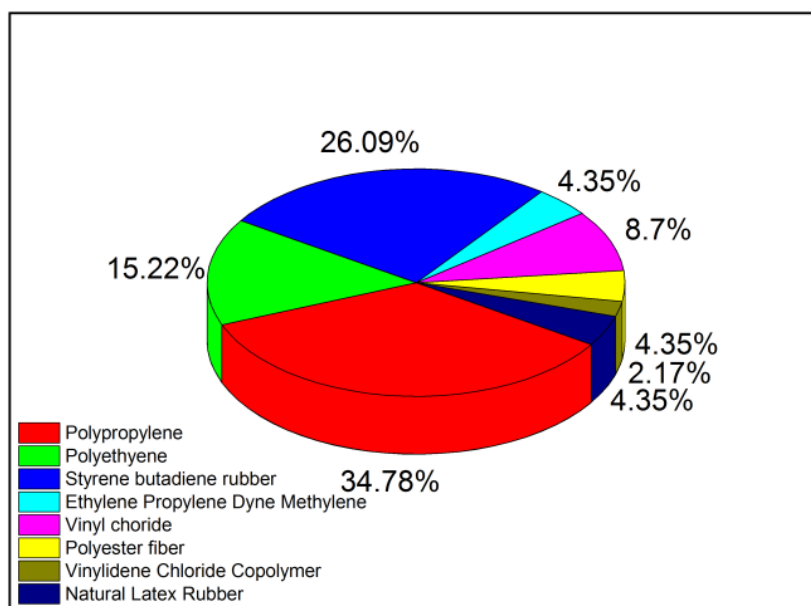


Gambar 41. Ukuran mikroplastik (μm) periode 2022-2023

4.2.4. Polimer

4.2.4.1. Periode 1 (Musim Angin Barat/Musim Hujan)

Berdasarkan analisis FTIR, sampling periode 1 tahun 2023 ditemukan 8 jenis polimer di perairan Jakarta (**Gambar 42**). Sebagian besar polimer yang terdeteksi (76,1%) merupakan *polypropylene* (PP), *styrene butadiene rubber* (SBR) dan *polyethylene* (PE) dengan persentase masing-masing sebesar 34,8%; 26,1% dan 15,2%. Adapun sisa polimer sebesar 23,9% merupakan gabungan dari *vinyl chloride monomer* (VCM), *ethylene propylene dyne methylene* (EPDM), *polyester fiber*, *natural latex rubber* dan *vinylidene chloride copolymer* dengan persentase masing-masing sebesar 8,7%; 4,3%; 4,3%; 4,3% dan 2,2 %. Polimer-polimer tersebut biasanya ditemukan dalam bentuk fragmen, film, atau fiber dengan ukuran besar (500-5000 μm).



Gambar 42. Persentase polimer yang terobservasi di perairan sekitar Jakarta saat sampling periode 1 (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023

Catatan penting pada sampling periode 1 tahun 2023 di permukaan perairan sekitar Jakarta adalah adanya dominasi dari polimer dalam bentuk PP. Hal ini sangat wajar karena PP digunakan secara luas dalam berbagai industri dan dalam kehidupan sehari-hari manusia (Hahladakis *et al.*, 2018). Menurut data yang dikeluarkan oleh *PlasticsEurope* (2022), dari total produksi plastik global pada tahun 2021 yang mencapai 390,7 juta ton, polimer PP merupakan jenis yang paling banyak di produksi pada tahun dengan persentase 19,3% (75,40 juta ton).

Sementara itu, produksi SBR secara global pada tahun 2021 mencapai 8,27 juta metrik ton dan prediksikan meningkat menjadi 14,68 juta ton di tahun 2026 (Statista 2023). PP digunakan di seluruh dunia sebagai kemasan makanan, bungkus makanan manis dan makanan ringan, tutup berengsel, wadah microwave, pipa, suku cadang otomotif, uang kertas, dll. SBR adalah elastomer sintesis dengan berbagai aplikasi industri. SBR ini banyak digunakan sebagai komponen ban mobil karena ketahanan abrasi dan stabilitasnya yang sangat baik. Polimer-polimer yang ditemukan ini diduga secara dominan berasal dari sungai yang bermuara di Teluk Jakarta

(Cordova *et al* 2022), terutama dari sampah plastik makro yang mengalami proses degradasi (Cordova *and* Nurhati 2019).

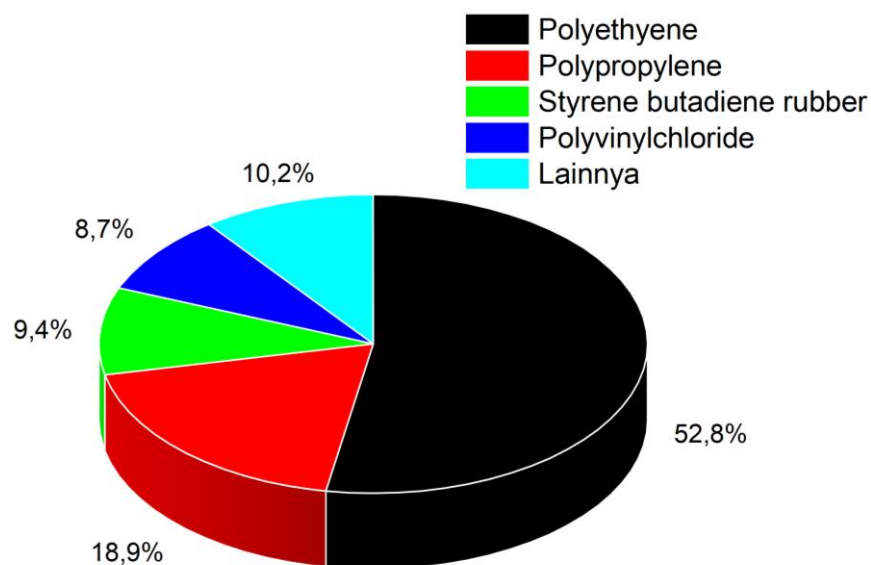
4.2.4.2. Periode 2 (Musim Angin Timur/Musim Kemarau)

Berdasarkan sampling periode 2 tahun 2023 tercatat ditemukan 11 jenis polimer di perairan Jakarta (**Gambar 42**). Sebagian besar polimer yang terdeteksi (71,7%) merupakan polypropylene (PP), styrene butadiene rubber (SBR) dan polyethylene (PE) dan dengan persentase masing-masing sebesar 18,9%; 9,4% dan 52,8%. Sementara itu, polimer sisanya (28,3%) merupakan gabungan dari *Polyvinylchloride*, *Ethylene Propylene Dyne Methylene*, *Polyester fiber*, *Vinylidene Chloride Copolymer*, *Natural Latex Rubber*, *Politetrafluoroetilena*, *poly (1-butadine)*, dan *Polystyrene* dengan persentase masing-masing sebesar 8,7%; 1,6%; 1,6%; 0,8%; 1,6%; 2,4%; 1,6% dan 0,8 %. Polimer-polimer tersebut umumnya didapatkan pada mikroplastik yang berbentuk fragmen, film, atau fiber dan memiliki ukuran yang besar (500-5000 μm).

Catatan penting pada sampling periode 2 tahun 2023 di permukaan perairan sekitar Jakarta adalah adanya dominasi dari polimer dalam bentuk PE dan PP. Hal ini sangat wajar karena PP dan PE digunakan secara luas dalam berbagai industri dan dalam kehidupan sehari-hari manusia (Hahladakis *et al.* 2018). Menurut data yang dikeluarkan oleh (PlasticsEurope 2023), dari total produksi plastik global pada tahun 2022 yang mencapai 400,3 juta ton, polimer PP dan PE merupakan jenis yang paling banyak di produksi pada tahun dengan persentase masing-masing sebesar 19,3% (75,65 juta ton) dan 26,3% (105,3 juta ton). Sementara itu, produksi SBR secara global pada tahun 2021 mencapai 8,27 juta metrik ton dan prediksikan meningkat menjadi 14,68 juta ton di tahun 2026 (Statista 2023).

PE dan PP digunakan di seluruh dunia sebagai kemasan makanan, bungkus makanan manis dan makanan ringan, tutup berengsel, wadah microwave, pipa, suku cadang otomotif, uang kertas, tas, baki dan wadah, film pertanian (plastik mulsa),

kemasan makanan film, mainan, botol susu, botol sampo, peralatan rumah tangga, dll. SBR ini banyak digunakan sebagai komponen ban mobil karena ketahanan abrasi dan stabilitasnya yang sangat baik. Kami menduga bahwa polimer-polimer yang ditemukan ini dominan berasal dari sungai yang bermuara di Teluk Jakarta (Cordova *et al.*, 2022), terutama dari sampah plastik makro yang mengalami proses degradasi (Cordova and Nurhati, 2019).



Gambar 43. Persentase polimer yang terobservasi di perairan sekitar Jakarta saat sampling periode 2 tahun 2023

BAB 5. KESIMPULAN

5.1. Parasetamol

1. Konsentrasi kontaminan parasetamol pada kawasan dermaga dan muara, perairan laut Teluk Jakarta serta Kepulauan Seribu secara berurutan pada musim hujan, periode 1/Maret, berkisar antara 0,185-3,971 ppb, 183,50-29,502 ppb dan 0,185-21,445 ppb;
2. Konsentrasi kontaminan parasetamol pada kawasan dermaga dan muara, perairan laut Teluk Jakarta serta Kepulauan Seribu secara berurutan pada musim kemarau, periode 2/September berkisar antara 0 (tidak terdeteksi) -1,213 ppb, 0 (tidak terdeteksi) - 0,068 ppb dan 0 (tidak terdeteksi) - 0,157 ppb;
3. Konsentrasi rata-rata kontaminan parasetamol pada musim hujan lebih tinggi dibanding musim kemarau di seluruh lokasi pemantauan Teluk Jakarta. Secara umum hasil riset /pemantauan kontaminan parasetamol di kawasan Teluk Jakarta cenderung lebih tinggi dari kawasan pantai beberapa negara sub-tropis.

5.2. Mikroplastik

1. Kelimpahan rata-rata kontaminan mikroplastik pada periode 1 sebesar $11,16 \pm 12,63$ partikel/m³ dengan nilai kelimpahan tertinggi (67,88 partikel/m³) didapatkan di Sunter dan kelimpahan terendah (1,62 partikel/m³) di Muara Angke;
2. Kelimpahan rata-rata kontaminan mikroplastik pada periode 2 sebesar $19,25 \pm 21,70$ partikel/m³ dengan nilai kelimpahan tertinggi (102,88 partikel/m³) didapatkan di D5 dan kelimpahan terendah (2,73 partikel/m³) di Pulau Lancang;
3. Komposisi bentuk kontaminan mikroplastik pada periode 1 didominasi oleh granul (52,2%), diikuti oleh film (20,3%), fragmen (16,6%), fiber (10,9%) dan foam (0%);
4. Komposisi bentuk kontaminan mikroplastik pada periode 2 didominasi oleh granul (48,8%), diikuti oleh fragmen (20,3%), film (18,3%), fiber (12,7%) dan foam (0%);

5. Komposisi ukuran kontaminan mikroplastik pada periode 1 didominasi oleh ukuran 101-300 μm (42,1%), diikuti oleh 1-100 μm (10,9%), 301-500 μm (27,3%), 501-1.000 μm (11,1%) dan 1001-5000 μm (8,7%);
6. Komposisi ukuran kontaminan mikroplastik pada periode 2 didominasi oleh ukuran 101-300 μm (55,6%), diikuti oleh 1-100 μm (5,6%), 301-500 μm (20,5%), 501-1.000 μm (7,5%) dan 1001-5000 μm (10,9%);
7. Hasil analisis spectrum kontaminan mikroplastik pada periode 1 mendapatkan 8 polimer. Sebagian besar polimer yang terdeteksi (76,1%) merupakan *polypropylene* (PP), *styrene butadiene rubber* (SBR) dan *polyethylene* (PE) dengan persentase 34,8%; 26,1% dan 15,2%. Polimer sisanya (23,9%) gabungan dari *vinyl chloride monomer* (VCM), *ethylene propylene dyne methylene* (EPDM), *polyester fiber*, *natural latex rubber* dan *vinylidene chloride copolymer* dengan persentase 8,7%; 4,3%; 4,3%; 4,3% dan 2,2 %; dan
8. Hasil analisis spektrum kontaminan mikroplastik pada periode 2 mendapatkan 11 jenis polimer di perairan Jakarta. Sebagian besar polimer yang terdeteksi (71,7%) merupakan *polypropylene* (PP), *styrene butadiene rubber* (SBR) dan *polyethylene* (PE) dan dengan persentase masing-masing sebesar 18,9%; 9,4% dan 52,8%. Sementara itu, polimer sisanya (28,3%) merupakan gabungan dari *Polyvinylchloride*, *Ethylene Propylene Dyne Methylene*, *Polyester fiber*, *Vinylidene Chloride Copolymer*, *Natural Latex Rubber*, *Politetrafluoroetilena*, *poly (1-butadine)*, dan *Polystyrene* dengan persentase masing-masing sebesar 8,7%; 1,6%; 1,6%; 0,8%; 1,6%; 2,4%; 1,6% dan 0,8 %. Polimer-polimer tersebut umumnya didapatkan pada mikroplastik yang berbentuk fragmen, film, atau fiber dan memiliki ukuran yang besar (500-5000 μm).

BAB 6. REKOMENDASI

Rekomendasi dalam kegiatan ini terbagi kedalam 2 kelompok yaitu: (1) Rekomendasi Kebijakan; dan (2) Rekomendasi terkait teknis (baik metodologi maupun tindaklanjut) dari hasil dan rencana kegiatan monitoring pada tahun yang akan datang.

6.1 Rekomendasi Kebijakan

1. Perlu pedoman dan kebijakan sebagai basis untuk pelaksanaan kegiatan pemantauan kualitas perairan terkait *emerging pollutant* Teluk Jakarta harus dilakukan secara kontinu minimal dua kali dalam setahun yang mewakili musim barat dan timur dan sebagai program tetap dinas terkait;
2. Perlu adanya upaya penataan sistem pengelolaan air limbah industri dan monitoring secara kontinu dan berkelanjutan;
3. Kebijakan pemanfaatan ruang di Teluk Jakarta selain berpedoman pada rencana zonasi pesisir, laut dan pulau-pulau kecil, selanjutnya dapat menggunakan informasi hasil dari kegiatan pemantauan ini untuk menyusun rencana aksi dan aktivitas pembangunan yang terkait keterlibatan manusia dan ekosistem perairan Teluk Jakarta. Selain itu, rekomendasi ini dapat juga digunakan untuk memulai kegiatan dalam rangka mengurangi risiko usaha dan lingkungan;
4. Perlu dukungan kebijakan dalam pemanfaatan sistem teknologi terhadap kontaminan parasetamol dan mikroplastik sebagai upaya mitigasi risiko peningkatan toksisitas dan risiko beban limbah industri, plastik dan limbah medis (buangan obat-obatan);
5. Memperkuat koordinasi dan kerjasama dengan daerah sekitar Jakarta (Tangerang, Bogor, Bekasi, Karawang dalam lingkup kabupaten atau dengan Provinsi Jawa Barat dan Banten) dalam pengawasan terhadap bahan pencemar yang akan masuk ke badan air khususnya kontaminan parasetamol dan mikroplastik. Mekanisme koordinasi ini dapat dilaksanakan melalui kerjasama terstruktur dalam bentuk pemantauan bersama atau kerjasama koordinasi dalam

evaluasi bersama terhadap hasil monitoring dari setiap daerah. Upaya tersebut merupakan langkah strategis untuk mengurangi potensi bahan pencemar khususnya mikroplastik dan parasetamol masuk ke badan air.

6.2. Rekomendasi Teknis

Hasil kajian pemantauan kualitas perairan Teluk Jakarta terkait *emerging pollutant* Teluk Jakarta yang dianalisis dari data hasil monitoring kontaminan parasetamol dan mikroplastik, masih banyak yang perlu dilakukan dimasa yang akan datang untuk memperbaiki kualitas data, keterwakilan skala waktu (pasang, surut, musim hujan dan musim kemarau), lokasi sampling serta input data debit dari beberapa sungai besar yang bermuara ke dalam teluk.

Disamping secara terus menerus melakukan sosialisasi kepada masyarakat untuk ikut bersama-sama menjaga lingkungan Teluk Jakarta juga diperlukan adanya komunikasi lintas sektoral untuk bersama-sama saling menguatkan program kali bersih, pengelolaan Teluk Jakarta sehingga lingkungan teluk tetap bersih dan sehat. Secara tidak langsung sudah ikut mengisi program internasional SDGs khususnya SDGs 14, *life below water*.

Agar program ini berkelanjutan, semakin baik dan memberikan manfaat nyata kepada masyarakat (*continously improvement*) di masa yang akan datang, maka diperlukan program-program perbaikan yang dapat dikelompokkan menjadi program jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang.

Tabel 14. Rekomendasi operasional

Kegiatan	Jangka Pendek	Jangka Menengah	Jangka Panjang
Menyusun standar baku dalam pengambilan sampel dan analisis sampel kontaminan parasetamol dan mikroplastik			
Sosialisasi program pengurangan pembuangan sampah ke sungai kepada masyarakat			
Melakukan kajian toksisitas dari kontaminan parasetamol dan mikroplastik terhadap ekosistem dan biota perairan			
Melakukan mekanisme pelacakan balik (<i>backward particle tracking</i>) untuk memastikan apakah sampah khususnya mikroplastik yang terobservasi berasal dari daratan utama Jakarta atau berasal dari daerah lain			
Menyusun kriteria nilai konsentrasi aman, peringatan dan bahaya terhadap kontaminan parasetamol dan mikroplastik sebagai kunci kesehatan lingkungan			
Membentuk konsorsium Teluk Jakarta (Pemda, NGO, Lembaga Riset, Universitas, pemerhati lingkungan) untuk melakukan seminar, workshop bersama untuk membicarakan segala aspek terkait dengan lingkungan Teluk Jakarta			
Koordinasi lintas wilayah dalam upaya pengurangan input sungai serta monitoring bersama di sungai			
Membuat sistem <i>data base</i> kualitas lingkungan Teluk Jakarta, yang bisa diakses oleh pengguna.			
Menyiapkan aplikasi dari <i>database</i> yang sudah disusun yang dapat diupdate			

Keterangan	Arahan
Penetapan Stasiun Pemantauan	
Titik Pemantauan Reguler	Titik pemantauan sudah cukup representative dan mewakili dari titik titik yang ada saat ini. Namun perlu juga untuk melakukan pemantauan di perairan darat (sungai). Selain itu perlu juga untuk menambahkan titik pemantauan di laut lepas yaitu di bagian barat (lampung) dan timur (selat karimata) untuk mengetahui asal kontaminan yang terdapat di perairan Jakarta. Berdasarkan hasil kegiatan survei ditemukan beberapa kasus dan aktivitas pemanfaatan yang berhimpitan dengan titik pengamatan diantaranya pendangkalan perairan di Cengkareng Drain dan Muara Gembong karena aktivitas reklamasi dan adanya kegiatan budidaya KJA Kerang Hijau di Muara Kamal hingga titik B1. Berdasarkan hal tersebut maka terdapat alternatif pemindahan lokasi pada 3 titik tersebut dengan mempertimbangkan kesamaan karakteristik lingkungan perairan. Adapun alternatif tersebut disajikan pada tabel berikut.

	Titik Pengamatan	Koordinat Awal		Koordinat Alternatif	
	Muara Kamal	S 06° 04'50.8"	E 106° 44'04.6"	S6° 04'708"	E106° 43'870"
	Cengkareng Drain	S 06° 05'52.0"	E 106° 45'20.9"	S6° 05'679"	E106° 45'687"
	Muara Gembong	S 06° 02'09.1"	E 106° 58'56.0"	S6° 01'097"	E106° 59'046"
Metode Pengumpulan dan Analisis Sampel	Pengumpulan data kontaminan parasetamol dan mikroplastik harus mengikuti metode standar kualitas air. Untuk proses pengambilan sampel, penanganan dan analisis sekurangnya dilakukan oleh lab terakreditasi nasional (KAN).				

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez D., *et al.*. 2005. Comparison of a novel passive sample to standard water-column sampling for organic contaminants associated with wastewater effluents entering a New Jersey stream. *Chemosphere* 61.5 (2005): 610-622.
- Al-Odaini NA., *et al.*. "Multi-residue analytical method for human pharmaceuticals and synthetic hormones in river water and sewage effluents by solid-phase extraction and liquid chromatography–tandem mass spectrometry". *Journal of Chromatography A* 1217.44 (2010): 6791-6806.
- Al Nahian S, Rakib MRJ, Haider SMB, Kumar R, Mohsen M, Sharma P, Khandaker MU, 2022. Occurrence, spatial distribution, and risk assessment of microplastics in surface water and sediments of Saint Martin Island in the Bay of Bengal. *Mar. Pollut. Bull.* 179, 113720.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113720>.
- Arifin Z. 2004a. Local Millenium Ecosystem Assessment: Condition and trends of the Greater Jakarta Bay Ecosystem. Report submitted to the Ministry of Environment, Republic of Indonesia. Jakarta, 33p.
- Arifin Z. 2004b. Trend of coastal pollution in Jakarta Bay, Indonesia; its implication for fishery and recreational activities. *In*: Bilateral workshop on Coastal Resources Exploitation and Conservation: Indo-German Experiences (Eds. R. Rachmawati, E. Aldrian, N. Hendiarti and I. Tejaksusuma). Proceedings of International Workshop, October 2004 Bali-Indonesia. P:61-66.
- Auta HS, Emenike CU, Fauziah SH. 2017. Distribution and importance of microplastics in the marine environmentA review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environ. Int.* 102:165–176.doi:10.1016/j.envint.2017.02.013.
- Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. 2022. Provinsi DKI Jakarta Dalam Angka 2022. Jakarta. BPS Provinsi DKI Jakarta.
- Baird R, Eaton AD, Rice EW, Bridgewater L. 2017. *Standard Methods for the Examination*

- of Water *and* Wastewater, 23rd ed. American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, Washington, D.C.
- Bakir A, Rowland SJ, Thompson RC., 2014. Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 140, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.01.004>.
- Barboza LGA, Dick Vethaak A, Lavorante BRBO, Lundebye AK, Guilhermino L. 2018. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety *and* human health. *Mar. Pollut. Bull.* 133:336–348.[doi:10.1016/j.marpolbul.2018.05.047](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047).
- Batel A, Borchert F, Reinwald H, Erdinger L, Braunbeck T. 2018. Microplastic accumulation patterns *and* transfer of benzo[a]pyrene to adult zebrafish (*Danio rerio*) gills *and* zebrafish embryos. *Environ. Pollut.* 235, 918–930. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.028>.
- Besseling E, Quik JTK, Sun M, Koelmans AA. 2017. Fate of nano- *and* microplastic in freshwater systems: A modeling study. *Environ. Pollut.* 220, 540–548. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.001>.
- Bikker J, Lawson J, Wilson S, Rochman, CM. 2020. Microplastics *and* other anthropogenic particles in the surface waters of the Chesapeake Bay. *Mar. Pollut. Bull.* 156. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111257>.
- Boucher J, Friot D. 2017. Primary microplastics in the oceans: A global evaluation of sources.
- Carbery M, O'Connor W, Palanisami T. 2018. Trophic transfer of microplastics *and* mixed contaminants in the marine food web *and* implications for human health. *Environ. Int.* 115:400–409.[doi:10.1016/j.envint.2018.03.007](https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.007).
- Cesa FS, Turra A, Checon HH, Leonardi B, Baruque-Ramos J. 2020. Laundering *and* textile parameters influence fibers release in household washings. *Environ. Pollut.* 257. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113553>.
- Chen M, Jin M, Tao P, Wang Z, Xie W, Yu X, Wang K., 2018. Assessment of microplastics

- derived from mariculture in Xiangshan Bay, China. Environ. Pollut. 242. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.133>.
- Choi E, Alsop D, Wilson JY. 2018. The effects of chronic acetaminophen exposure on the kidney, gill and liver in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquat Toxicol. 2018 May;198:20-29. doi: 10.1016/j.aquatox.2018.02.007.
- Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Mar. Pollut. Bull. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>.
- Cordova MR, Nurhati IS. 2019. Major sources *and* monthly variations in the release of *land*-derived marine debris from the Greater Jakarta area, Indonesia. Sci. Rep. 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55065-2>.
- Cordova MR, Nurhati IS, Riani E, Nurhasanah, Iswari MY. 2021. Unprecedented plastic-made personal protective equipment (PPE) debris in river outlets into Jakarta Bay during COVID-19 pandemic. Chemosphere 268. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129360>.
- Cordova MR, Purwiyanto AIS, Suteja Y. 2019. Abundance *and* characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia. Mar. Pollut. Bull. 142, 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.040>.
- Cordova MR, Ulumuddin YI, Purbonegoro T, Puspitasari R, Afianti NF, Rositasari R, Yogaswara D, Hafizt M, Iswari MY, Fitriya N, Widyastuti E, Harmesa, Lestari, Kampono I, Kaisupy MT, Wibowo, SPA, Subandi R, Sani SY, Sulistyowati L, Nurhasanah, Muhtadi A, Riani E, Cragg SM. 2022. Seasonal heterogeneity *and* a link to precipitation in the release of microplastic during COVID-19 outbreak from the Greater Jakarta area to Jakarta Bay, Indonesia. Mar. Pollut. Bull. 181, 113926. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113926>.
- Damar A, Hesse KJ, Colijn F, Vitner Y. 2019. The eutrophication states of the Indonesian sea large marine ecosystem: Jakarta Bay, 2001–2013. Deep. Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 163. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2019.05.012>. Decker C, Simmons K.

2013. Surface Water Sampling, Athens, Georgia [online]. Available: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/Surfacewater-Sampling.pdf>. [Accessed 03 April 2022].
- Ericson, H, Thorsen G, Kumblad L. 2010. Physiological effects of diclofenac, ibuprofen *and* propranolol on Baltic sea blue mussels. *Aquatic Toxicology*, 99: 223-231.
- Estahbanati S, Fahrenfeld NL. 2016. Influence of wastewater treatment plant discharges on microplastic concentrations in surface water. *Chemosphere*. 162:277–284.doi:10.1016/j.chemosphere.2016.07.083.
- Ferreira GVB, Barletta M, Lima ARA, Morley SA, Justino AKS, Costa MF. 2018. High intake rates of microplastics in a Western Atlantic predatory fish, *and* insights of a direct fishery effect. *Environ. Pollut.* 236:706–717.doi:10.1016/j.envpol.2018.01.095.
- Fonte E, Ferreira P, Guilhermino L. 2016. Temperature rise *and* microplastics interact with the toxicity of the antibiotic cefalexin to juveniles of the common goby (*Pomatoschistus microps*): Post-exposure predatory behaviour, acetylcholinesterase activity *and* lipid peroxidation. *Aquat. Toxicol.* 180:173–185.doi:10.1016/j.aquatox.2016.09.015.
- Frias JPGL, Nash R. 2019. Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Mar. Pollut. Bull.* 138(September 2018):145–147.doi:10.1016/j.marpolbul.2018.11.022.
- Gündoğdu S, Çevik C, Ayat B, Aydoğan B, Karaca S. 2018. How microplastics quantities increase with flood events? An example from Mersin Bay NE Levantine coast of Turkey.*Environ.Pollut.*239,342–350.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.042>.
- Hahladakis JN, Velis CA, Weber R, Lacovidou E, Purnell P. 2018. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate *and* environmental impact during their use, disposal *and* recycling. *J. Hazard. Mater.* <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.10.014>.
- Han M, Niu X, Tang M, Zhang BT, Wang G, Yue W, Kong X, Zhu J. 2020. Distribution of

- microplastics in surface water of the lower Yellow River near estuary. *Sci. Total Environ.* 707. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135601>.
- Hidayat R, Juniarti MD, Ma'Rufah U. 2018. Impact of *La Niña and La Niña Modoki* on Indonesia rainfall variability, in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/149/1/012046>.
- Hitchcock JN, Mitrovic SM. 2019. Microplastic pollution in estuaries across a gradient of human impact. *Environ. Pollut.* 247, 457–466. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.069>.
- Iskandar MR, Surinati D, Cordova MR, Siong K. 2021. Pathways of floating marine debris in Jakarta Bay, Indonesia. *Mar. Pollut. Bull.* <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112511>.
- Isobe A. 2016. Percentage of microbeads in pelagic microplastics within Japanese coastal waters. *Mar. Pollut. Bull.* 110. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.030>.
- Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan R, Law KL. 2015. Plastic waste inputs from *land* into the ocean. *Science* (80-.). 347, 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.
- Jasmin HH, Purba NP, Harahap SA, Pranowo WS, Syamsudin ML, Faizala I. 2019. the Model of Macro Debris Transport Before Reclamation *and* in Existing Condition in Jakarta Bay. *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.* 11, 131. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.24777>.
- Karlsson TM, Vethaak AD, Almroth BC, Ariese F, van Velzen M, Hassellöv M, Leslie HA. 2017. Screening for microplastics in sediment, water, marine invertebrates *and* fish: Method development *and* microplastic accumulation. *Mar. Pollut. Bull.* 122, 403–408. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.081>.
- Kashiwabara LM, Kahane-Rapport SR, King C, DeVogelaere M, Goldbogen JA, Savoca MS. 2021. Microplastics *and* microfibers in surface waters of Monterey Bay National Marine Sanctuary, California. *Mar. Pollut. Bull.* 165.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112148>.

- Koagouw W, Arifin Z, Olivier GWJ, Ciocan C. 2021. High concentrations of paracetamol in effluent dominated waters of Jakarta Bay, Indonesia. *Mar Poll. Bull.* 169(2021) 112558.
- Koropitan AF, Ikeda M, Damar A, Yamanaka Y, 2009. Influences of physical processes on the ecosystem of Jakarta Bay: A coupled physical-ecosystem model experiment, in: *ICES Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp011>.
- Kozak ER, Franco-Gordo C, Mendoza-Pérez J, Sánchez-Nuño N, Martínez-Sánchez XA, Melo-Agustín P, Pelayo-Martínez G, Gómez-Gutiérrez J. 2021. Surface layer microplastic pollution in four bays of the central Mexican Pacific. *Mar. Pollut. Bull.* 169. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112537>.
- Kristina SA, Ridhayani F, Rahmadani MA, Serawaidi NPA, Wahyudi A. 2021. Practice and opinion of pharmacists toward disposal of unused medicines in Indonesia. *International Journal of Pharmaceutical Research* | Jan - Mar 2021 | Vol 13 | Issue 1.
- Kurniadi A, Weller E, Min SK, Seong MG. 2021. Independent ENSO *and* IOD impacts on rainfall extremes over Indonesia. *Int. J. Climatol.* 41. <https://doi.org/10.1002/joc.7040>.
- Kuang Y, XiaoyuGuo , Hu j , Li S, Zhang R , QiangGao , XiYang , Chen Q, Sun W. 2020. Occurrence and risks of antibiotics in an urban river in northeastern Tibetan Plateau. *Nature Reports* | (2020) 10:20054 | <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77152-5>.
- Lebreton LCM, Van Der Zwet J, Damsteeg JW, Slat B, Andrady A, Reisser J. 2017. River plastic emissions to the world's oceans. *Nat. Commun.* 8, 1–10. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>.
- Liu T, Zhao Y, Zhu M, Liang J, Zheng S, Sun X. 2020. Seasonal variation of micro- *and* meso-plastics in the seawater of Jiaozhou Bay, the Yellow Sea. *Mar. Pollut. Bull.*

152. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110922>.
- Leslie HA, Brandsma SH, van Velzen MJM, Vethaak AD. 2017. Microplastics en route: Field measurements in the Dutch river delta *and* Amsterdam canals, wastewater treatment plants, North Sea sediments *and* biota. *Environ. Int.* 101, 133–142. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.01.018>.
- Mishra S, Singh RP, Rath CC, Das AP. 2020. Synthetic microfibers: Source, transport *and* their remediation. *J. Water Process Eng.* 38. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101612>.
- Murphy F, Ewins C, Carbonnier F, Quinn B. 2016. Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment. *Environ. Sci. Technol.* 50(11):5800–5808.doi:10.1021/acs.est.5b05416.
- Olivares CA, Padrón MET, Ferrera ZS, Rodriguez JJS. 2013. Assesment of the Presence of Pharmaceutical Compounds in Seawater Sampels from Coastal Area of Gran Canaria Island (Spain). *J. Antibiotics.* 2, 274-287. <https://doi.org/10.3390/antibiotics2020274>
- Oskarsson H, Eriksson Wiklund A-K, Lindh K, Kumblad L. 2012. Effect studies of human pharmaceutical on *Fucus vesiculosus* *and* *Gammarus* spp. *Marine Environmental Research*, 74:1-8.
- PlasticsEurope, 2022. *Plastics – the Facts 2022*. Brussels,. Plast. Eur. Assoc. Plast. Manuf.
- Prata JC. 2018. Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environ. Pollut.* 234:115–126.doi:10.1016/j.envpol.2017.11.043.
- Praveena SM, Shaifuddin SNM, Akizuki S. 2018. Exploration of microplastics from personal care *and* cosmetic products *and* its estimated emissions to marine environment: An evidence from Malaysia. *Mar. Pollut. Bull.* 136. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09.012>.
- Prihatiningsih. 2004. Struktur komunitas makrozoobentos di Perairan Teluk Jakarta. {Skripsi}. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Priscilla V, Patria MP. 2019. Comparison of microplastic abundance in aquaculture ponds of milkfish *Chanos chanos* (Forsskal, 1775) at Muara Kamal *and* Marunda, Jakarta Bay, in: IOP Conference Series: Earth *and* Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012027>.
- Purwiyanto AIS, Prartono T, Riani E, Naulita Y, Cordova MR, Koropitan AF. 2022. The deposition of atmospheric microplastics in Jakarta-Indonesia: The coastal urban area. *Mar. Pollut. Bull.* 174. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113195>.
- Purwiyanto AIS, Prartono T, Riani E, Koropitan AF, Naulita Y, Takarina ND, Cordova MR, 2022a. The contribution of estuaries to the abundance of microplastics in Jakarta Bay, Indonesia. *Mar. Pollut. Bull.* 184, 114117. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114117>
- Purwiyanto AIS, Suteja Y, Trisno, Ningrum PS, Putri WAE, Rozirwan, Agustriani F, Fauziyah, Cordova MR, Koropitan AF. 2020. Concentration *and* adsorption of Pb *and* Cu in microplastics: Case study in aquatic environment. *Mar. Pollut. Bull.* 158. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111380>.
- Rochman CM, Kross SM, Armstrong JB, Bogan MT, Darling ES, Green SJ, Smyth AR, Veríssimo D. 2015. Scientific Evidence Supports a Ban on Microbeads. *Environ. Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03909>.
- Ruangpanupan N, Ussawarujikulchai A, Prapagdee B, Chavanich S. 2022. Microplastics in the surface seawater of Bandon Bay, Gulf of Thailand. *Mar. Pollut. Bull.* 179, 113664. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113664>.
- Sharma S, Chatterjee S. 2017. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem *and* human health: a short review. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24(27):21530–21547. [doi:10.1007/s11356-017-9910-8](https://doi.org/10.1007/s11356-017-9910-8).
- Schnurr REJ, Alboiu V, Chaudhary M, Corbett RA, Quanz ME, Sankar K, Srain HS, Thavarajah V, Xanthos D, Walker TR. 2018. Reducing marine pollution from single-use plastics (SUPs): A review. *Mar. Pollut. Bull.* 137. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.001>.

- Shim WJ, Hong SH, Eo S. 2018. Marine microplastics: Abundance, distribution, *and* composition, in: *Microplastic Contamination in Aquatic Environments: An Emerging Matter of Environmental Urgency*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813747-5.00001-1>.
- Singh R, Singh AP, Kumar S, Giri BS, Kim KH. 2019. Antibiotic resistance in major rivers in the world: A systematic review on occurrence, emergence, and management strategies. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.243> 0959
- Snyder SA *et al.*. "Ozone oxidation of endocrine disruptors *and* pharmaceuticals in surface water *and* wastewater". *Science and Engineering: The Journal of the International Ozone Association* 28.6 (2006): 445-460.
- Sun Q, Ren SY, Ni HG. 2020. Incidence of microplastics in personal care products: An appreciable part of plastic pollution. *Sci. Total Environ.* <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140218>.
- Suriwati LM, Osawa T, Mahendra MS. 2012. Study Of Total Suspended Matter Transportation *And* Circulation In Jakarta Bay Using Numerical Simulation *And* Satellite Data. *Ecotrophic J. Environ. Sci.* 5.
- Suteja Y, Atmadipoera AS, Riani E, Nurjaya IW, Nugroho D, Cordova MR. 2021. Spatial *and* temporal distribution of microplastic in surface water of tropical estuary: Case study in Benoa Bay, Bali, Indonesia. *Mar. Pollut. Bull.* 163. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.111979>.
- Suteja Y, Purwiyanto AIS. 2022. The Role of Rivers in Microplastics Spread *and* Pollution BT - *Microplastics Pollution in Aquatic Media: Occurrence, Detection, and Removal*, in: Sillanpää, M., Khadir, A., Muthu, S.S. (Eds.), . Springer Singapore, Singapore, pp. 65–88. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8440-1_4.
- Takarina ND, Purwiyanto AIS, Rasud AA, Arifin AA, Suteja Y. 2022. Microplastic abundance *and* distribution in surface water *and* sediment collected from the coastal area. *Glob. J. Environ. Sci. Manag.* 8. <https://doi.org/10.22034/GJESM.2022.02.03>.

- Tejakusuma IG, Adi S, Nugrahadi MDR, Yanagi T. 2018. Sediment *And* Suspended Particulate Matter Of Jakarta Bay, Indonesia. J. Air Indones. 5.
<https://doi.org/10.29122/jai.v5i2.2442>.
- Tsang YY, Mak CW, Liebich C, Lam SW, Sze ETP, Chan KM. 2020. Spatial *and* temporal variations of coastal microplastic pollution in Hong Kong. Mar. Pollut. Bull. 161.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111765>.
- Tsang YY, Mak CW, Liebich C, Lam SW, Sze ETP, Chan KM. 2017. Microplastic pollution in the marine waters *and* sediments of Hong Kong. Mar. Pollut. Bull. 115, 20–28.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.003>.
- UNESCO *and* HELCOM 2017. Pharmaceutical in the aquatic environment of the Baltic sea region- A Status Report. Unesco Emerging Pollutants in Water Series – No. 1, UNESCO Publishing Series.
- Varelaa MR, Juan Carlos Durán-Álvarez, Silvana Cortesb, Olivia Zamorab *and* B. Pradoc. 2021. Analytical strategies to detect *and* quantify pharmaceutical residues in marine biota. Estuarine *and* Coastal Sciences Series, vol.1. ISSN 2589-6970, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102971-8.00018-4>.
- Vethaak AD, Leslie HA. 2016. Plastic Debris is a Human Health Issue. Environ. Sci. Technol. 50(13):6825–6826.[doi:10.1021/acs.est.6b02569](https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02569).
- Vroom RJE, Koelmans AA, Besseling E, Halsband C. 2017. Aging of microplastics promotes their ingestion by marine zooplankton. Environ. Pollut. 231.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.088>.
- Wicaksono EA, Tahir A, Werorilangi S. 2020. Preliminary study on microplastic pollution in surface-water at Tallo *and* Jeneberang Estuary, Makassar, Indonesia. AACL Bioflux.
- Wright SL, Kelly FJ. 2017. Plastic *and* Human Health: A Micro Issue? Environ. Sci. Technol. 51(12):6634–6647.[doi:10.1021/acs.est.7b00423](https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423).
- Wu P, Tang Y, Dang M, Wang S, Jin H, Liu Y, Jing H, Zheng C, Yi S, Cai Z. 2020. Spatial-temporal distribution of microplastics in surface water *and* sediments of Maozhou

- River within Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. *Sci. Total Environ.* 717. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135187>.
- Wu Y, Wang S, Wu L, Yang Y, Yu X, Liu Q, Liu X, Li Y, Wang X. 2022. Vertical distribution *and* river-sea transport of microplastics with tidal fluctuation in a subtropical estuary, China. *Sci. Total Environ.* 822. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153603>.
- Xanthos D, Walker TR. 2017. International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags *and* microbeads): A review. *Mar. Pollut. Bull.* <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.048>.
- Xia B, Sui Q, Sun X, Zhu L, Wang R, Cai M, Chen B, Qu K. 2021. Microplastic pollution in surface seawater of Sanggou Bay, China: Occurrence, source *and* inventory. *Mar. Pollut. Bull.* 162. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111899>.
- Yonkos LT, Friedel EA, Perez-Reyes AC, Ghosal S, Arthur CD, 2014. Microplastics in four estuarine rivers in the chesapeake bay, U.S.A. *Environ. Sci. Technol.* 48. <https://doi.org/10.1021/es5036317>.
- Wadhah Hassan A Edrees *et al.*. 2017. Occurrence of Paracetamol in Aquatic Environments *and* Transformation by Microorganisms:A Review". *Chronicles of Pharmaceutical* 1.6 (2017): 341-355.
- Wiegel S *et al.*. 2004. Pharmaceuticals in the river Elbe *and* its tributaries". *Chemosphere* 57 (2004): 107-126.
- Zhang J, Zhang C, Deng Y, Wang R, Ma E, Wang J, Bai J, Wu J, Zhou Y. 2019. Microplastics in the surface water of small-scale estuaries in Shanghai. *Mar. Pollut. Bull.* 149. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110569>.
- Zhao S, Zhu L, Wang T, Li D. 2014. Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary System, China: First observations on occurrence, distribution. *Mar. Pollut. Bull.* 86, 562–568. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.032>.

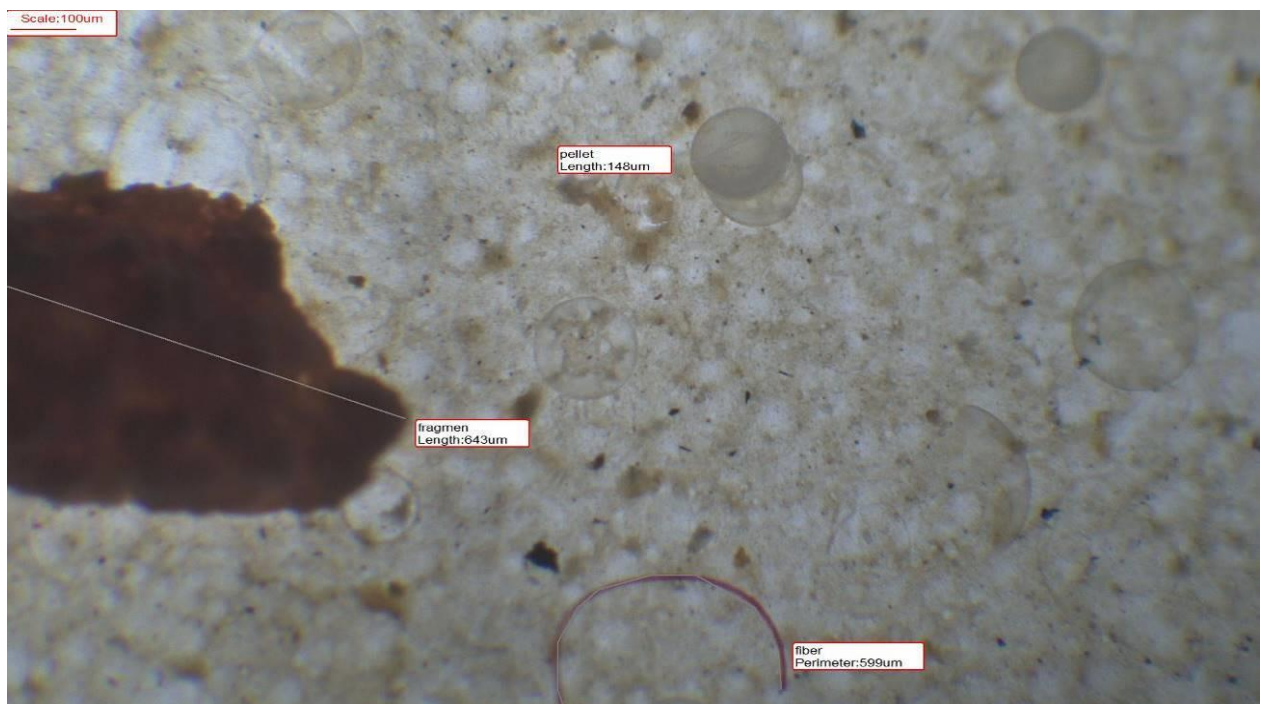
LAMPIRAN

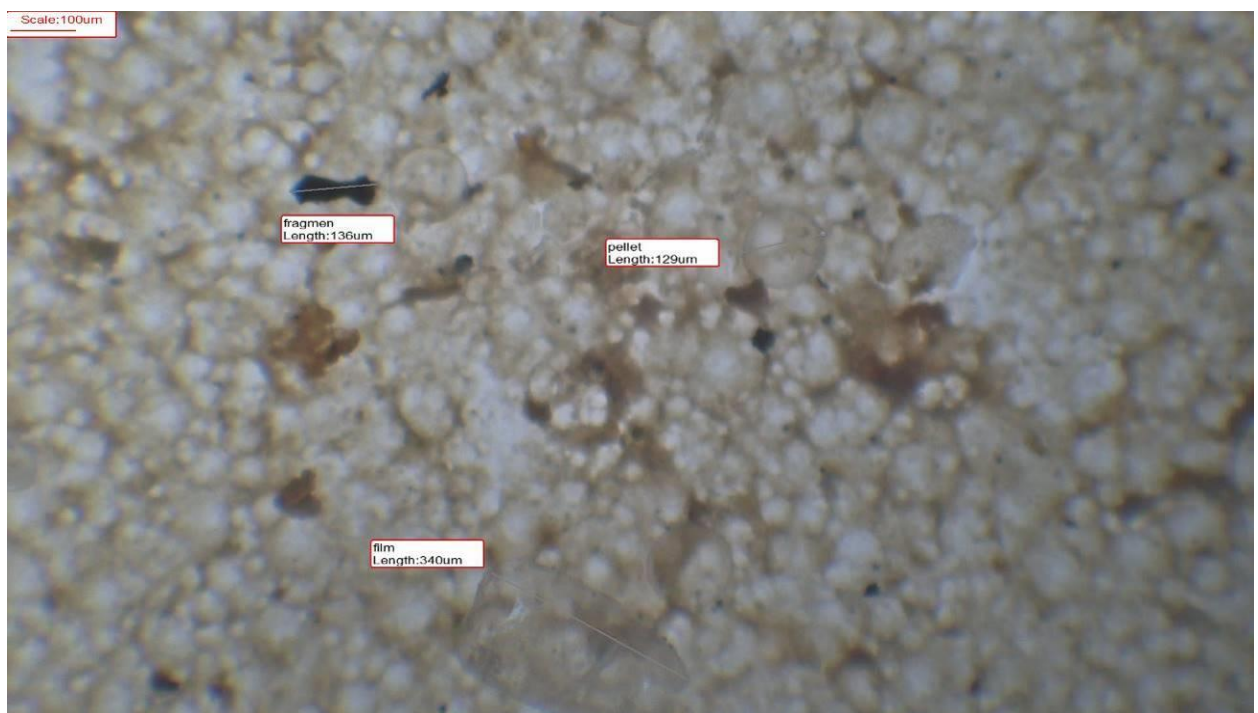
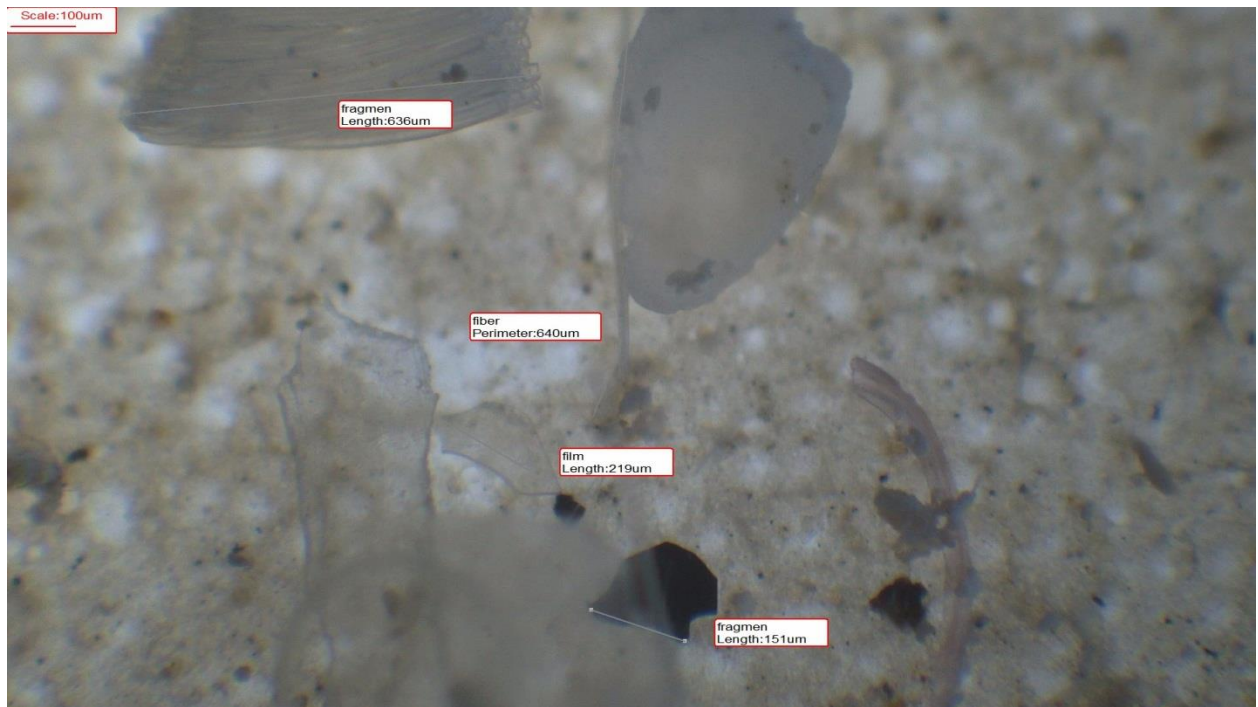
Lampiran 1. Dokumentasi kegiatan pemantauan





Lampiran 2. Contoh dokumentasi pengamatan visual sampel mikroplastik





Lampiran 3. Rekapitulasi hasil uji kontaminan parasetamol dalam air laut periode 1
(Mei) dan 2 (September) tahun 2023

No	Titik Pengamatan	Koordinat	Konsentrasi Parasetamol Periode 1 (musim angin barat/musim hujan) (ppb)	Konsentrasi Parasetamol Periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) (ppb)
1.	Muara Kamal	S 06° 04'50.8"E 106° 44'04.6"	0,219	0,167
2.	Cengkareng Drain	S 06° 05'52.0"E 106° 45'20.9"	0,187	0,045
3.	Muara Angke	S 06° 05'51.81"E 106° 45'58.34"	0,193	0,069
4.	Muara Karang	S 06° 06'06.65"E 106° 47'06.70"	0,251	0,025
5.	Pompa Pluit	S 06° 06'18.9"E 106° 47'50.4"	0,247	0,078
6.	Ancol	S 06° 06'55.5" E 106°49'39.7"	0,385	0,000
7.	Sunter	S 06° 05'46.9" E 106°54'19.4"	0,190	0,335
8.	Cilincing	S 06° 05'49.64"E 106°56'23.46"	0,267	0,105
9.	Marunda	S 06° 05'49.6"E 106° 57'25.0"	0,236	0,113
10.	BKT	S 06° 05'33.3"E 106° 58'05.5"	0,237	0,002
11.	Muara Gembong	S 06° 02'09.1"E 106° 58'56.0"	0,191	0,040
12.	Dermaga Muara Kamal	S 06° 05'24.5"E 106° 43'38.3"	0,188	0,087
13.	Dermaga Cengkareng Drain	S 06° 06'06.2"E 106° 45'03.4"	0,185	1,213
14.	Dermaga Muara Angke	S 06° 06'11.8"E 106° 46'02.0"	0,291	0,084
15.	Dermaga Muara Karang	S 06° 06'39.0"E 106° 47'06.8"	3,971	0,033
16.	Dermaga Pompa Pluit	S 06° 06'30.1"E 106° 47'47.7"	0,245	0,138
17.	Dermaga Ancol	S 06° 07'03.4"E 106° 49'42.7"	0,191	0,032
18.	Dermaga Sunter	S 06° 06'14.0"E 106° 54'23.1"	0,205	0,274
19.	Dermaga Cilincing	S 06° 05'52.1"E 106° 56'23.4"	0,270	0,331
20.	Dermaga Marunda	S 06° 05'52.0"E 106° 57'24.1"	0,225	0,152
21.	Dermaga BKT	S 06° 05'49.1"E 106° 58'06.7"	0,187	0,020
22.	Dermaga Muara Gembong	S 06° 02'47.9"E 106° 59'01.8"	0,186	0,127
23.	A1	S 05° 59'40.3"E 106° 42'20.5"	6,457	0,022
24.	A2	S 05° 59'00.7"E 106° 44'50.3"	0,216	0,004
25.	A3	S 05° 58'20.9"E 106° 47'20.3"	0,233	0,000
26.	A4	S 05° 57'50.4"E 106° 50'00.8"	0,190	0,000

No	Titik Pengamatan	Koordinat	Konsentrasi Parasetamol Periode 1 (musim angin barat/musim hujan) (ppb)	Konsentrasi Parasetamol Periode 2 (musim angin timur/musim kemarau) (ppb)
27.	A5	S 05° 57'10.1"E 106° 52'40.0"	2,461	0,000
28.	A6	S 05° 56'30.8"E 106° 55'20.2"	0,199	0,013
29.	A7	S 05° 56'00.1"E 106° 58'00.8"	0,213	0,017
30.	B1	S 06° 02'13.8"E 106° 43'39.6"	0,184	0,009
31.	B2	S 06° 01'30.4"E 106° 45'30.6"	0,360	0,058
32.	B3	S 06° 01'00.3"E 106° 48'00.2"	0,185	0,030
33.	B4	S 06° 00'20.11"E 106° 50'40.3"	0,192	0,009
34.	B5	S 05° 59'40.8"E 106° 53'20.0"	0,198	0,068
35.	B6	S 05° 59'00.9"E 106° 56'00.1"	0,247	0,017
36.	B7	S 05° 58'30.7"E 106° 58'40.3"	0,454	0,000
37.	C2	S 06° 04'10.3"E 106° 46'10.0"	0,200	0,049
38.	C3	S 06° 03'39.0"E 106° 48'56.2"	2,328	0,025
39.	C4	S 06° 03'01.6"E 106° 51'22.5"	29,502	0,040
40.	C5	S 06° 02'08.2"E 106° 54'01.9"	0,209	0,032
41.	C6	S 06° 01'39.1"E 106° 57'03.5"	0,184	0,007
42.	D3	S 06° 05'49.7"E 106° 49'34.5"	0,199	0,049
43.	D4	S 06° 05'28.0"E 106° 51'50.7"	0,199	0,025
44.	D5	S 06° 04'40.4"E 106° 54'39.3"	0,529	0,060
45.	D6	S 06° 04'06.4"E 106° 57'19.8"	1,718	0,051
46.	Reklamasi 1	S 06° 05'21.5"E 106° 44'25.6"	9,058	0,038
47.	Reklamasi 2	S 06° 04'22.6"E 106° 45'21.7"	0,212	0,049
48.	Reklamasi 3	S 06° 05'37.6"E 106° 45'09.3"	0,524	0,090
49.	Titik Kontrol 2	S 06° 02'13.8"E 106° 43'39.6"	0,232	0,004
50.	Pulau Macan	S 05° 35'53.8"E 106° 33'00.2"	0,220	0,001
51.	Pulau Panjang	S 05° 38'36.2"E 106° 33'32.5"	0,249	0,000
52.	Pulau Harapan	S 05°39'00.32"E106°34'17.92"	0,189	0,002
53.	Pulau Kelapa	S 05° 39'31.6"E 106° 34'16.9"	0,778	0,000
54.	Pulau Semak Daun	S 05° 57'10.1"E 106° 52'40.0"	0,185	0,000
55.	Pulau Air	S 05° 46'08.1"E 106° 34'44.1"	21,445	0,028
56.	Pulau Pramuka	S 05° 57'50.4"E 106° 50'00.8"	0,190	0,000
57.	Pulau Tidung	S 05° 56'00.1"E 106° 58'00.8"	0,487	0,000
58.	Pulau Pari	S 05°51'57.5" E 106°36'58.7"	0,192	0,007
59.	Pulau Burung	S 05° 51'57.7"E 106° 35'39.8"	0,228	0,000
60.	Pulau Lancang	S 05°55'51.8" E 106°35'07.2"	0,197	0,010
61.	Pulau Bokor	S 05° 56'37.2"E 106° 37'25.0"	4,705	0,157
62.	Pulau Bidadari	S 06° 01'56.7"E 106° 44'30.8"	0,238	0,007
63.	Titik Kontrol 1	S 05°53'00.6" E 106°42'56.7"	0,363	0,002

Lampiran 4. Rekapitulasi hasil uji kontaminan parasetamol dalam air laut periode 1 Mei (musim angin barat/musim hujan) Tahun 2022

No	Titik Pengamatan	Koordinat	Konsentrasi Parasetamol Tanpa Penyaringan (ppb)
1.	Muara Kamal	S 06° 04'50.8"E 106° 44'04.6"	0,20
2.	Cengkareng Drain	S 06° 05'52.0"E 106° 45'20.9"	0,07
3.	Muara Angke	S 06° 05'51.81"E 106° 45'58.34"	0,02
4.	Muara Karang	S 06° 06'06.65"E 106° 47'06.70"	0,72
5.	Pompa Pluit	S 06° 06'18.9"E 106° 47'50.4"	1,05
6.	Ancol	S 06° 06'55.5" E 106°49'39.7"	0,50
7.	Sunter	S 06° 05'46.9" E 106°54'19.4"	0,16
8.	Cilincing	S 06° 05'49.64"E 106°56'23.46"	8,64
9.	Marunda	S 06° 05'49.6"E 106° 57'25.0"	0,15
10.	BKT	S 06° 05'33.3"E 106° 58'05.5"	0,26
11.	Muara Gembong	S 06° 02'09.1"E 106° 58'56.0"	0,27
12.	Dermaga Muara Kamal	S 06° 05'24.5"E 106° 43'38.3"	3,08
13.	Dermaga Cengkareng Drain	S 06° 06'06.2"E 106° 45'03.4"	0,01
14.	Dermaga Muara Angke	S 06° 06'11.8"E 106° 46'02.0"	1,39
15.	Dermaga Muara Karang	S 06° 06'39.0"E 106° 47'06.8"	1,72
16.	Dermaga Pompa Pluit	S 06° 06'30.1"E 106° 47'47.7"	1,24
17.	Dermaga Ancol	S 06° 07'03.4"E 106° 49'42.7"	0,05
18.	Dermaga Sunter	S 06° 06'14.0"E 106° 54'23.1"	0,56
19.	Dermaga Cilincing	S 06° 05'52.1"E 106° 56'23.4"	4,51
20.	Dermaga Marunda	S 06° 05'52.0"E 106° 57'24.1"	1,08
21.	Dermaga BKT	S 06° 05'49.1"E 106° 58'06.7"	0,17
22.	Dermaga Muara Gembong	S 06° 02'47.9"E 106° 59'01.8"	1,14
23.	A1	S 05° 59'40.3"E 106° 42'20.5"	0,17
24.	A2	S 05° 59'00.7"E 106° 44'50.3"	0,20
25.	A3	S 05° 58'20.9"E 106° 47'20.3"	0,03
26.	A4	S 05° 57'50.4"E 106° 50'00.8"	0,21
27.	A5	S 05° 57'10.1"E 106° 52'40.0"	0,01
28.	A6	S 05° 56'30.8"E 106° 55'20.2"	0,01
29.	A7	S 05° 56'00.1" E 106° 58'00.8"	0,24
30.	B1	S 06° 02'13.8" E 106° 43'39.6"	0,01
31.	B2	S 06° 01'30.4" E 106° 45'30.6"	0,03
32.	B3	S 06° 01'00.3" E 106° 48'00.2"	1,42
33.	B4	S 06° 00'20.11"E 106° 50'40.3"	0,31
34.	B5	S 05° 59'40.8" E 106° 53'20.0"	0,01
35.	B6	S 05° 59'00.9"E 106° 56'00.1"	0,05
36.	B7	S 05° 58'30.7"E 106° 58'40.3"	0,11
37.	C2	S 06° 04'10.3"E 106° 46'10.0"	0,02
38.	C3	S 06° 03'39.0"E 106° 48'56.2"	0,44

No	Titik Pengamatan	Koordinat	Konsentrasi Parasetamol Tanpa Penyaringan (ppb)
39.	C4	S 06° 03'01.6"E 106° 51'22.5"	0,10
40.	C5	S 06° 02'08.2"E 106° 54'01.9"	0,87
41.	C6	S 06° 01'39.1"E 106° 57'03.5"	0,04
42.	D3	S 06° 05'49.7"E 106° 49'34.5"	0,18
43.	D4	S 06° 05'28.0"E 106° 51'50.7"	0,02
44.	D5	S 06° 04'40.4"E 106° 54'39.3"	0,10
45.	D6	S 06° 04'06.4"E 106° 57'19.8"	0,20
46.	Reklamasi 1	S 06° 05'21.5" E 106° 44'25.6"	0,70
47.	Reklamasi 2	S 06° 04'22.6" E 106° 45'21.7"	0,12
48.	Reklamasi 3	S 06° 05'37.6" E 106° 45'09.3"	2,03
49.	Pulau Dolphin	S 06° 02'13.8" E 106° 43'39.6"	Tidak terdeteksi
50.	Pulau Macan	S 05° 35'53.8" E 106° 33'00.2"	Tidak terdeteksi
51.	Pulau Panjang	S 05° 38'36.2" E 106° 33'32.5"	Tidak terdeteksi
52.	Pulau Harapan	S 05°39'00.32"E106°34'17.92"	Tidak terdeteksi
53.	Pulau Kelapa	S 05° 39'31.6" E 106° 34'16.9"	Tidak terdeteksi
54.	Pulau Semak Daun	S 05° 57'10.1"E 106° 52'40.0"	3,12
55.	Pulau Air	S 05° 46'08.1" E 106° 34'44.1"	Tidak terdeteksi
56.	Pulau Pramuka	S 05° 57'50.4"E 106° 50'00.8"	Tidak terdeteksi
57.	Pulau Tidung	S 05° 56'00.1"E 106° 58'00.8"	Tidak terdeteksi
58.	Pulau Pari	S 05°51'57.5" E 106°36'58.7"	Tidak terdeteksi
59.	Pulau Burung	S 05° 51'57.7" E 106° 35'39.8"	Tidak terdeteksi
60.	Pulau Lancang	S 05°55'51.8" E 106°35'07.2"	Tidak terdeteksi
61.	Pulau Bokor	S 05° 56'37.2" E 106° 37'25.0"	Tidak terdeteksi
62.	Pulau Bidadari	S 06° 01'56.7" E 106° 44'30.8"	Tidak terdeteksi
63.	Titik Kontrol 1	S 05°53'00.6" E 106°42'56.7"	Tidak terdeteksi

Lampiran 5. Rekapitulasi hasil uji kontaminan parasetamol dalam air laut periode 2 Juni (musim peralihan) Tahun 2022

No	Titik Pengamatan	Koordinat	Konsentrasi Parasetamol Dengan Penyaringan (ppb)	Konsentrasi Parasetamol Tanpa Penyaringan (ppb)
1.	Dermaga Muara Kamal	S 06° 05'24.5" E 106° 43'38.3"	0,714	-
2.	Dermaga Cengkareng Drain	S 06° 06'06.2"E 106° 45'03.4"	1,405	-
3.	Dermaga Muara Angke	S 06° 06'11.8"E 106° 46'02.0"	0,463	0,171
4.	Dermaga Muara Karang	S 06° 06'39.0"E 106° 47'06.8"	0,779	0,198
5.	Dermaga Pompa Pluit	S 06° 06'30.1"E 106° 47'47.7"	1,918	-
6.	Dermaga Ancol	S 06° 07'03.4"E 106° 49'42.7"	0,696	-
7.	Dermaga Sunter	S 06° 06'14.0"E 106° 54'23.1"	0,512	-
8.	Dermaga Cilincing	S 06° 05'52.1"E 106° 56'23.4"	11,040	3,625
9.	Dermaga Marunda	S 06° 05'52.0"E 106° 57'24.1"	1,343	-
10.	Dermaga BKT	S 06° 05'49.1"E 106° 58'06.7"	8,467	-
11.	Dermaga Muara Gembong	S 06° 02'47.9"E 106° 59'01.8"	0,545	-
12.	Reklamasi 1	S 06° 05'21.5"E 106° 44'25.6"	0,595	-
13.	Reklamasi 2	S 06° 04'22.6"E 106° 45'21.7"	1,036	-
14.	Reklamasi 3	S 06° 05'37.6"E 106° 45'09.3"	0,636	0,419
15.	Pulau Macan	S 05° 35'53.8" E 106° 33'00.2"	0,835	-
16.	Pulau Panjang	S 05° 38'36.2" E 106° 33'32.5"	1,271	-
17.	Pulau Kelapa	S 05° 39'31.6" E 106° 34'16.9"	0,873	-
18.	Pulau Semak Daun	S 05° 57'10.1" E 106° 2'40.0"	0,171	0,078
19.	Pulau Semak Daun (Tambahan)	S 05° 44'27.2"E 106° 34'73.1"	0,111	0,430
20.	Pulau Air	S 05° 46'08.1" E 106° 34'44.1"	1,205	-
21.	Pulau Burung	S 05° 51'57.7" E 106° 35'39.8"	0,981	-
22.	Pulau Bokor	S 05° 56'37.2" E 106° 37'25.0"	0,110	-

Lampiran 6. Rekapitulasi hasil uji kontaminan parasetamol dalam air laut periode 3 Agustus (musim angin barat/musim hujan) Tahun 2022

No	Titik Pengamatan	Koordinat	Konsentrasi Parasetamol Dengan Penyaringan (ppb)
1.	Muara Kamal	S 06° 04'50.8"E 106° 44'04.6"	0,138
2.	Cengkareng Drain	S 06° 05'52.0"E 106° 45'20.9"	-
3.	Muara Angke	S 06° 05'51.81"E 106° 45'58.34"	0,147
4.	Muara Karang	S 06° 06'06.65"E 106° 47'06.70"	0,262
5.	Pompa Pluit	S 06° 06'18.9"E 106° 47'50.4"	0,375
6.	Ancol	S 06° 06'55.5" E 106°49'39.7"	0,120
7.	Sunter	S 06° 05'46.9" E 106°54'19.4"	0,299
8.	Cilincing	S 06° 05'49.64"E 106°56'23.46"	3,218
9.	Marunda	S 06° 05'49.6"E 106° 57'25.0"	0,223
10.	BKT	S 06° 05'33.3"E 106° 58'05.5"	0,131
11.	Muara Gembong	S 06° 02'09.1"E 106° 58'56.0"	0,146
12.	Dermaga Muara Kamal	S 06° 05'24.5"E 106° 43'38.3"	0,265
13.	Dermaga Cengkareng Drain	S 06° 06'06.2"E 106° 45'03.4"	-
14.	Dermaga Muara Angke	S 06° 06'11.8"E 106° 46'02.0"	-
15.	Dermaga Muara Karang	S 06° 06'39.0"E 106° 47'06.8"	2,255
16.	Dermaga Pompa Pluit	S 06° 06'30.1"E 106° 47'47.7"	0,152
17.	Dermaga Ancol	S 06° 07'03.4"E 106° 49'42.7"	0,140
18.	Dermaga Sunter	S 06° 06'14.0"E 106° 54'23.1"	2,349
19.	Dermaga Cilincing	S 06° 05'52.1"E 106° 56'23.4"	4,226
20.	Dermaga Marunda	S 06° 05'52.0"E 106° 57'24.1"	0,251
21.	Dermaga BKT	S 06° 05'49.1"E 106° 58'06.7"	0,139
22.	Dermaga Muara Gembong	S 06° 02'47.9"E 106° 59'01.8"	0,199
23.	A1	S 05° 59'40.3"E 106° 42'20.5"	0,130
24.	A2	S 05° 59'00.7"E 106° 44'50.3"	0,102
25.	A3	S 05° 58'20.9"E 106° 47'20.3"	0,088
26.	A4	S 05° 57'50.4"E 106° 50'00.8"	0,127
27.	A5	S 05° 57'10.1"E 106° 52'40.0"	0,095
28.	A6	S 05° 56'30.8"E 106° 55'20.2"	0,086
29.	A7	S 05° 56'00.1" E 106° 58'00.8"	0,097
30.	B1	S 06° 02'13.8" E 106° 43'39.6"	0,155
31.	B2	S 06° 01'30.4" E 106° 45'30.6"	0,130
32.	B3	S 06° 01'00.3" E 106° 48'00.2"	0,154
33.	B4	S 06° 00'20.11"E 106° 50'40.3"	0,158
34.	B5	S 05° 59'40.8" E 106° 53'20.0"	0,178
35.	B6	S 05° 59'00.9"E 106° 56'00.1"	0,164
36.	B7	S 05° 58'30.7"E 106° 58'40.3"	0,222
37.	C2	S 06° 04'10.3"E 106° 46'10.0"	0,243
38.	C3	S 06° 03'39.0"E 106° 48'56.2"	0,139

No	Titik Pengamatan	Koordinat	Konsentrasi Parasetamol Dengan Penyaringan (ppb)
39.	C4	S 06° 03'01.6"E 106° 51'22.5"	0,137
40.	C5	S 06° 02'08.2"E 106° 54'01.9"	0,144
41.	C6	S 06° 01'39.1"E 106° 57'03.5"	0,144
42.	D3	S 06° 05'49.7"E 106° 49'34.5"	0,170
43.	D4	S 06° 05'28.0"E 106° 51'50.7"	0,154
44.	D5	S 06° 04'40.4"E 106° 54'39.3"	0,147
45.	D6	S 06° 04'06.4"E 106° 57'19.8"	0,160
46.	Reklamasi 1	S 06° 05'21.5" E 106° 44'25.6"	156,01
47.	Reklamasi 2	S 06° 04'22.6" E 106° 45'21.7"	163,92
48.	Reklamasi 3	S 06° 05'37.6" E 106° 45'09.3"	195,30
49.	Pulau Dolphin	S 06° 02'13.8" E 106° 43'39.6"	0,129
50.	Pulau Macan	S 05° 35'53.8" E 106° 33'00.2"	0,133
51.	Pulau Panjang	S 05° 38'36.2" E 106° 33'32.5"	0,122
52.	Pulau Harapan	S 05°39'00.32"E106°34'17.92"	0,161
53.	Pulau Kelapa	S 05° 39'31.6" E 106° 34'16.9"	0,125
54.	Pulau Semak Daun	S 05° 57'10.1"E 106° 52'40.0"	0,147
55.	Pulau Air	S 05° 46'08.1" E 106° 34'44.1"	0,135
56.	Pulau Pramuka	S 05° 57'50.4"E 106° 50'00.8"	0,149
57.	Pulau Tidung	S 05° 56'00.1"E 106° 58'00.8"	0,089
58.	Pulau Pari	S 05°51'57.5" E 106°36'58.7"	0,107
59.	Pulau Burung	S 05° 51'57.7" E 106° 35'39.8"	0,140
60.	Pulau Lancang	S 05°55'51.8" E 106°35'07.2"	0,126
61.	Pulau Bokor	S 05° 56'37.2" E 106° 37'25.0"	0,121
62.	Pulau Bidadari	S 06° 01'56.7" E 106° 44'30.8"	0,165
63.	Titik Kontrol 1	S 05°53'00.6" E 106°42'56.7"	0,121

Lampiran 7. Rekapitulasi hasil laboratorium kontaminan mikroplastik periode 1 Mei (musim angin barat/musim hujan) tahun 2023

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
1	A1	69,18	536	7,75	1	0	4	531	0	0	531	0	2	3
2	A2	34,41	278	8,08	4	24	10	240	0	2	155	113	6	2
3	A3	22,69	208	9,17	4	12	16	176	0	1	54	136	3	14
4	A4	4,42	77	17,42	1	5	3	68	0	3	22	51	1	0
5	A5	37,30	214	5,74	87	37	23	67	0	64	87	45	0	18
6	A6	41,49	340	8,20	118	217	2	3	0	299	37	3	1	0
7	A7	27,40	176	6,42	13	154	2	7	0	7	53	48	65	3
8	B1	34,12	300	8,79	9	32	5	254	0	0	85	207	4	4
9	B2	27,81	199	7,15	6	42	10	141	0	0	58	130	5	6
10	B3	12,85	56	4,36	16	1	14	25	0	3	8	26	5	14
11	B4	4,60	95	20,67	14	22	32	27	0	8	19	45	3	20
12	B5	27,64	119	4,31	27	43	21	28	0	21	30	33	17	18
13	B6	41,96	222	5,29	70	117	2	33	0	77	97	35	11	2
14	B7	59,46	305	5,13	3	277	0	25	0	3	49	69	142	42
15	C2	26,99	200	7,41	127	21	3	49	0	129	51	17	3	0
16	C3	9,43	164	17,39	5	150	3	6	0	1	39	2	100	22
17	C4	9,08	207	22,81	62	32	11	102	0	66	127	2	2	10
18	C5	24,69	255	10,33	30	77	4	144	0	18	191	22	11	13
19	C6	15,73	248	15,76	0	248	0	0	0	0	57	14	135	42
20	D3	16,50	306	18,55	8	3	8	287	0	0	280	16	3	7
21	D4	16,15	265	16,41	66	52	1	146	0	39	213	12	1	0
22	D5	12,43	257	20,67	11	9	41	196	0	7	200	5	20	25

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
23	D6	25,99	217	8,35	25	6	7	179	0	7	196	6	4	4
24	Muara Kamal	32,12	111	3,46	33	10	16	52	0	8	24	51	11	17
25	Cengkareng Drain	38,78	119	3,07	98	7	12	2	0	0	17	60	29	13
26	Muara Angke	63,11	102	1,62	27	3	67	5	0	9	9	24	11	49
27	Muara Karang	12,73	94	7,38	8	21	18	47	0	2	42	38	9	3
28	Pompa Pluit	7,01	52	7,42	4	1	15	32	0	0	18	22	7	5
29	Ancol	8,78	214	24,37	11	4	39	160	0	1	163	19	9	22
30	Sunter	3,30	224	67,88	2	0	14	208	0	0	203	9	5	7
31	Cilincing	10,73	376	35,06	6	9	22	339	0	0	353	6	13	4
32	Marunda	16,56	259	15,64	67	6	140	46	0	12	50	25	72	100
33	BKT	43,96	275	6,26	25	11	48	191	0	4	208	28	29	6
34	Muara Gembong	47,56	179	3,76	122	37	11	9	0	116	26	18	10	9
35	P. Dolphin (PS 8)	15,56	125	8,03	9	38	0	78	0	6	51	41	27	0
36	P. Macan	9,13	73	7,99	3	29	4	37	0	0	10	51	11	1
37	P. Panjang	13,14	68	5,17	10	17	2	39	0	3	7	47	11	0
38	P. Harapan (PS 6)	40,13	93	2,32	39	8	9	37	0	30	16	36	6	5
39	P. Kelapa	23,22	87	3,75	4	50	5	28	0	3	33	35	13	3
40	P. Semak Daun (PS 5)	21,69	115	5,30	12	17	10	76	0	3	47	54	4	7
41	P. Air	39,07	119	3,05	37	6	26	50	0	2	19	41	44	13
42	P. Pramuka	17,33	81	4,68	57	4	8	12	0	35	26	8	8	4

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
	(PS 4)													
43	P. Tidung (PS 7)	26,22	68	2,59	19	15	27	7	0	9	10	15	18	16
44	P. Pari (PS 3)	23,63	103	4,36	19	6	10	68	0	15	2	67	10	9
45	P. Burung	22,39	68	3,04	9	12	26	21	0	2	10	23	10	23
46	P. Lancang (PS 2)	28,40	262	9,22	15	13	15	219	0	6	11	219	13	13
47	P. Bokor	26,52	430	16,22	14	7	5	404	0	1	7	412	4	6
48	TK 1 (PS 1)	86,04	235	2,73	71	11	22	131	0	70	3	133	13	16
49	P. Bidadari	20,21	201	9,94	12	169	6	14	0	4	28	85	82	2
50	Reklamasi 1													
51	Reklamasi 2	454	26,75	124	4,63	88	10	20	6	0	4	21	42	32
52	Reklamasi 3	472	27,81	122	4,39	26	9	27	60	0	7	28	48	14
53	Dermaga Muara Kamal	588	34,65	140	4,04	10	13	7	110	0	0	17	113	9
54	Dermaga Cengkareng Drain	405	23,87	134	5,61	47	19	64	4	0	1	11	29	24
55	Dermaga Muara Angke	1236	72,84	231	3,17	32	21	54	124	0	12	80	90	14
56	Dermaga Muara Karang	436	25,69	80	3,11	3	3	13	61	0	0	28	43	5
57	Dermaga Pompa Pluit	23	1,36	89	65,67	2	5	0	82	0	1	63	25	0
58	Dermaga Ancol	104	6,13	45	7,34	4	9	16	16	0	1	20	9	9

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
59	Dermaga Sunter	498	29,35	221	7,53	2	1	4	214	0	0	210	7	1
60	Dermaga Cilincing	84	4,95	95	19,19	16	3	25	51	0	3	62	11	18
61	Dermaga Marunda	190	11,20	189	16,88	69	9	106	5	0	0	21	17	40
62	Dermaga BKT	177	10,43	256	24,54	76	0	84	96	0	0	112	27	52
63	Dermaga Muara Gembong	541	31,88	165	5,18	54	99	8	4	0	100	38	8	11

Lampiran 8. Rekapitulasi hasil laboratorium kontaminan mikroplastik periode 2 September (musim angin timur/musim kemarau) tahun 2022

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
1	A1	19,5	87	4,46	8	32	15	32	0	1	41	25	17	3
2	A2	23,4	149	6,37	35	53	11	50	0	8	75	51	10	5
3	A3	18,6	93	5,01	14	40	19	20	0	0	44	28	8	13
4	A4	20,6	124	6,03	17	51	15	41	0	1	94	19	5	5
5	A5	30,1	126	4,18	6	49	15	56	0	0	71	37	10	8
6	A6	9,8	94	9,55	12	56	12	14	0	0	44	36	8	6
7	A7	34,1	167	4,89	13	98	13	43	0	12	82	56	13	4
8	B1	11,7	86	7,33	28	25	8	25	0	28	33	16	8	1
9	B2	6,5	246	37,95	25	15	11	195	0	9	213	8	9	7
10	B3	8,3	108	13,09	61	24	6	17	0	17	46	14	19	12
11	B4	7,0	145	20,85	12	41	6	86	0	16	108	16	0	5
12	B5	9,4	111	11,85	22	18	9	62	0	10	73	16	3	9
13	B6	4,0	167	41,68	9	27	12	119	0	45	95	19	2	6
14	B7	3,5	77	22,15	9	37	3	28	0	0	45	19	4	9
15	C2	3,4	97	28,38	21	7	14	55	0	0	57	26	1	13
16	C3	6,2	57	9,13	16	20	6	15	0	7	28	17	3	2
17	C4	2,1	95	44,78	44	21	4	26	0	12	56	16	8	3
18	C5	2,6	94	36,25	41	28	22	3	0	17	23	24	12	18
19	C6	4,4	81	18,33	47	20	7	7	0	15	29	19	11	7
20	D3	3,9	77	19,50	28	29	5	15	0	23	21	19	13	1
21	D4	11,6	92	7,92	35	24	8	25	0	12	70	2	4	4

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
22	D5	0,9	97	102,88	34	25	29	9	0	2	33	19	13	30
23	D6	1,7	82	47,98	29	24	23	6	0	17	19	16	7	23
24	Muara Kamal	24,9	78	3,14	33	15	22	8	0	6	26	13	18	15
25	Cengkareng Drain	2,4	116	48,01	25	16	65	10	0	9	22	16	7	62
26	Muara Angke	11,7	149	12,77	48	24	12	65	0	17	78	39	3	12
27	Muara Karang	10,5	140	13,27	9	33	8	90	0	0	105	24	5	6
28	Pompa Pluit	1,2	123	99,39	9	50	9	55	0	0	66	28	20	9
29	Ancol	3,9	122	30,90	37	21	55	9	0	0	26	26	14	56
30	Sunter	13,1	256	19,57	140	34	71	11	0	9	50	50	58	89
31	Cilincing	7,2	111	15,44	58	26	18	9	0	6	24	41	22	18
32	Marunda	10,8	128	11,87	61	24	42	1	0	29	31	18	6	44
33	BKT	10,0	99	9,88	40	19	36	4	0	2	29	21	11	36
34	Muara Gembong	5,1	102	20,13	41	17	28	16	0	17	27	15	13	30
35	P. Dolphin (PS 8)	60,9	311	5,11	10	21	2	278	0	4	235	68	2	2
36	P. Macan	28,3	306	10,82	19	71	9	207	0	9	186	102	8	1
37	P. Panjang	85,4	403	4,72	9	38	11	345	0	2	296	101	4	0
38	P. Harapan (PS 6)	63,5	363	5,71	112	18	1	232	0	0	202	94	2	65
39	P. Kelapa	60,9	346	5,68	9	39	10	288	0	3	227	104	7	5
40	P. Semak Daun (PS 5)	49,2	502	10,20	19	26	5	452	0	10	387	98	5	2
41	P. Air	84,6	526	6,22	5	28	2	491	0	0	421	103	0	2

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
42	P. Pramuka (PS 4)	83,7	252	3,01	107	30	3	112	0	17	119	47	67	2
43	P. Tidung (PS 7)	47,7	317	6,64	8	81	11	217	0	7	216	82	7	5
44	P. Pari (PS 3)	59,1	350	5,92	72	48	16	214	0	16	265	43	22	4
45	P. Burung	72,7	280	3,85	4	36	18	222	0	0	242	30	6	2
46	P. Lancang (PS 2)	47,2	129	2,73	13	8	14	94	0	0	112	5	9	3
47	P. Bokor	50,6	257	5,08	21	14	47	175	0	0	173	36	39	9
48	TK 1 (PS 1)	63,8	336	5,26	22	29	46	239	0	1	283	8	29	15
49	P. Bidadari	36,0	118	3,28	49	34	31	4	0	19	47	31	21	0
50	Reklamasi 1	6,0	79	13,27	32	14	31	2	0	19	16	9	6	29
51	Reklamasi 2	7,5	90	11,93	36	21	32	1	0	5	18	25	9	33
52	Reklamasi 3	4,2	98	23,10	32	23	34	9	0	9	20	25	10	34
53	Dermaga Muara Kamal	28,7	117	4,08	63	25	27	2	0	39	12	17	21	28
54	Dermaga Cengkareng Drain	2,2	191	87,60	87	18	83	3	0	34	19	40	12	86
55	Dermaga Muara Angke	5,0	123	24,85	30	26	59	8	0	7	26	18	10	62
56	Dermaga Muara Karang	8,8	145	16,51	18	25	14	88	0	0	98	27	12	8
57	Dermaga Pompa Pluit	2,8	68	24,55	11	27	8	22	0	1	27	32	5	3

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
58	Dermaga Ancol	18,2	71	3,91	13	31	20	7	0	0	22	19	12	18
59	Dermaga Sunter	37,4	124	3,32	76	24	23	1	0	4	16	46	27	31
60	Dermaga Cilincing	1,9	106	54,51	43	18	44	1	0	1	24	27	20	34
61	Dermaga Marunda	7,0	96	13,69	35	20	27	14	0	9	34	14	11	28
62	Dermaga BKT	2,4	49	20,79	22	4	21	2	0	4	8	3	13	21
63	Dermaga Muara Gembong	2,3	72	31,33	22	22	11	17	0	0	28	24	9	11

Lampiran 9. Rekapitulasi hasil laboratorium kontaminan mikroplastik periode 1 Maret (musim angin barat/musim hujan) tahun 2022

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
1	A1	51,27	207	4,04	29	22	0	156	0	0	194	13	0	0
2	A2	110,20	165	1,50	58	32	1	74	0	4	131	21	7	2
3	A3	59,22	430	7,26	177	38	1	214	0	0	339	54	37	0
4	A4	77,79	262	3,37	139	22	0	101	0	31	131	92	8	0
5	A5	60,40	267	4,42	7	6	5	249	0	0	251	9	7	0
6	A6	84,39	343	4,06	7	86	2	248	0	0	321	19	3	0
7	A7	107,25	262	2,44	139	22	0	101	0	31	131	92	8	0
8	B1	104,01	292	2,81	7	43	0	242	0	0	282	10	0	0
9	B2	49,79	393	7,89	0	37	1	355	0	0	392	0	1	0
10	B3	96,94	224	2,31	5	17	0	202	0	19	205	0	0	0
11	B4	40,37	343	8,50	2	35	0	306	0	0	334	7	2	0
12	B5	79,55	163	2,05	3	3	2	155	0	3	156	1	3	0
13	B6	84,27	259	3,07	27	59	0	173	0	0	236	16	7	0
14	B7	96,64	87	0,90	7	12	1	63	4	36	34	11	0	6
15	C2	148,50	308	2,07	5	17	1	285	0	0	302	3	2	1
16	C3	223,34	180	0,81	13	5	1	161	0	108	64	3	0	5
17	C4	82,50	309	3,75	25	22	1	261	0	24	281	0	2	2
18	C5	126,70	32	0,25	4	0	1	27	0	1	28	1	1	1
19	C6	93,40	315	3,37	1	45	3	266	0	0	311	1	2	1
20	D3	60,40	401	6,64	0	37	0	364	0	23	370	8	0	0
21	D4	105,19	329	3,13	7	42	0	280	0	73	249	0	0	7

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
22	D5	76,90	234	3,04	4	20	17	193	0	65	140	8	9	12
23	D6	80,32	93	1,16	5	22	1	62	3	33	50	6	2	2
24	Muara Kamal	99,00	62	0,63	16	0	23	23	0	3	21	6	15	17
25	Cengkareng Drain	143,20	102	0,71	11	0	69	22	0	0	22	5	36	39
26	Muara Angke	131,41	265	2,02	2	55	3	205	0	0	247	15	1	2
27	Muara Karang	104,89	144	1,37	9	27	1	106	1	1	130	8	5	0
28	Pompa Pluit	203,60	103	0,51	4	22	0	77	0	0	102	0	1	0
29	Ancol	73,66	406	5,51	1	27	13	365	0	19	357	17	8	5
30	Sunter	88,57	71	0,80	5	4	34	28	0	15	7	9	16	24
31	Cilincing	118,15	109	0,92	9	12	15	73	0	7	43	38	19	2
32	Marunda	190,34	78	0,41	18	2	19	39	0	5	40	11	7	15
33	BKT	173,25	40	0,23	11	3	5	21	0	6	24	8	1	1
34	Muara Gembong	268,13	26	0,10	10	0	16	0	0	0	0	13	6	7
35	P. Dolphin (PS 8)	328,23	249	0,76	110	44	0	93	2	8	186	47	8	0
36	P. Macan	268,71	129	0,48	47	18	3	61	0	6	107	13	1	2
37	P. Panjang	236,89	229	0,97	159	11	1	58	0	20	145	41	23	0
38	P. Harapan (PS 6)	161,76	366	2,26	262	61	0	43	0	0	248	101	17	0
39	P. Kelapa	168,83	395	2,34	328	42	0	25	0	0	144	229	16	6
40	P. Semak Daun (PS 5)	242,20	265	1,09	188	45	1	31	0	8	180	46	30	1

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
41	P. Air	206,84	76	0,37	54	5	10	7	0	3	39	15	16	3
42	P. Pramuka (PS 4)	192,11	53	0,28	21	32	0	0	0	5	35	12	1	0
43	P. Tidung (PS 7)	198,00	229	1,16	187	27	2	13	0	0	133	55	41	0
44	P. Pari (PS 3)	44,20	115	2,60	31	31	2	45	6	1	88	20	5	1
45	P. Burung	83,09	216	2,60	142	64	0	10	0	2	152	37	25	0
46	P. Lancang (PS 2)	57,16	127	2,22	12	43	2	70	0	5	107	9	5	1
47	P. Bokor	138,19	28	0,20	24	3	0	1	0	0	10	9	8	1
48	TK 1 (PS 1)	81,03	255	3,15	51	23	4	177	0	0	236	8	8	3
49	P. Bidadari	55,69	113	2,03	3	10	4	96	0	4	76	29	3	1
50	Reklamasi 1	214,79	135	0,63	9	2	12	111	1	49	68	5	7	6
51	Reklamasi 2	101,36	385	3,80	0	33	2	350	0	0	383	1	0	1
52	Reklamasi 3	256,04	385	1,50	0	33	2	350	0	0	383	1	0	1
53	Dermaga Muara Kamal	159,17	271	1,70	8	1	22	240	0	54	188	10	1	18
54	Dermaga Cengkareng Drain	152,74	232	1,52	6	8	20	198	0	10	197	2	10	13
55	Dermaga Muara Angke	93,40	124	1,33	0	21	28	75	0	0	96	0	0	28
56	Dermaga Muara Karang	153,80	270	1,76	5	5	7	253	0	9	250	4	1	6

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
57	Dermaga Pompa Pluit	179,91	35	0,19	14	6	3	12	0	8	18	8	1	0
58	Dermaga Ancol	47,44	108	2,28	17	12	20	59	0	13	59	24	9	3
59	Dermaga Sunter	24,81	28	1,13	15	1	4	8	0	21	3	2	2	0
60	Dermaga Cilincing	93,70	77	0,82	27	0	33	17	0	6	16	21	10	24
61	Dermaga Marunda	90,28	121	1,34	5	2	18	96	0	0	98	2	4	17
62	Dermaga BKT	201,36	23	0,11	17	1	4	1	0	8	2	6	5	2
63	Dermaga Muara Gembong	244,85	146	0,60	6	22	7	109	2	11	121	6	4	4

Lampiran 10. Rekapitulasi hasil laboratorium kontaminan mikroplastik periode 2 Juni (musim peralihan) tahun 2022'

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
1	P. Macan	323,52	395	1,22	9	34	14	336	2	0	354	24	6	11
2	P. Panjang	134,36	392	2,92	4	53	20	315	0	0	328	43	5	16
3	P. Kelapa	143,79	101	0,70	33	11	36	12	9	0	8	36	38	19
4	P. Semak Daun	167,95	176	1,05	14	6	20	136	0	1	148	0	15	12
5	P. Air	202,13	226	1,12	7	35	20	163	1	2	186	1	21	16
6	P. Burung	78,08	586	7,51	438	51	60	37	0	0	192	184	133	77
7	P. Bokor	115,50	89	0,77	8	0	12	69	0	0	71	4	11	3
8	Reklamasi 1	81,91	120	1,47	104	0	13	3	0	0	18	66	13	23
9	Reklamasi 2	93,11	82	0,88	57	0	21	4	0	0	11	42	25	4
10	Reklamasi 3	116,09	82	0,71	60	11	9	2	0	9	11	29	14	19
11	Dermaga Muara Kamal	130,82	112	0,86	79	4	27	2	0	0	22	38	31	21
12	Dermaga Cengkareng Drain	67,77	184	2,72	120	15	46	3	0	0	43	97	17	27
13	Dermaga Muara Angke	100,77	103	1,02	61	3	36	3	0	1	7	43	15	37
14	Dermaga Muara Karang	134,06	138	1,03	48	0	61	29	0	4	35	28	34	37
15	Dermaga Pompa Pluit	239,84	97	0,40	30	17	38	7	5	0	31	26	29	11
16	Dermaga Ancol	100,24	90	0,90	17	9	50	7	7	0	4	16	46	24
17	Dermaga Sunter	102,54	51	0,50	34	1	15	1	0	8	1	9	10	23
18	Dermaga Cilincing	41,84	60	1,43	34	0	15	10	1	6	26	10	8	10
19	Dermaga Marunda	98,12	53	0,54	28	5	10	9	1	8	18	14	6	7
20	Dermaga BKT	81,26	62	0,76	32	2	15	13	0	0	34	11	4	13
21	Dermaga Muara Gembong	160,58	86	0,54	35	0	28	23	0	0	27	16	9	34

Lampiran 11. Rekapitulasi hasil laboratorium kontaminan mikroplastik periode 3 Agustus (musim angin timur/kemarau) tahun 2022'

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
1	A1	9,31	167	17,94	1	12	8	146	0	0	153	7	3	4
2	A2	8,72	66	7,57	2	2	5	57	0	0	56	5	0	5
3	A3	7,54	34	4,51	7	0	5	22	0	0	24	2	6	2
4	A4	11,31	79	6,98	9	22	9	39	0	1	50	12	7	9
5	A5	7,43	68	9,16	13	4	11	40	0	11	39	4	5	9
6	A6	11,90	139	11,68	53	15	1	70	0	11	87	35	3	3
7	A7	5,19	66	12,73	30	14	5	16	1	8	33	19	2	4
8	B1	3,18	229	71,96	6	10	13	200	0	0	211	2	8	8
9	B2	7,25	137	18,90	6	20	2	109	0	0	129	1	2	5
10	B3	2,12	321	151,31	5	37	0	279	0	1	311	6	1	2
11	B4	4,13	216	52,36	3	15	22	176	0	0	193	16	0	7
12	B5	7,90	48	6,08	8	8	4	28	0	3	31	8	2	4
13	B6	5,42	119	21,95	2	112	0	5	0	0	7	1	17	94
14	B7	6,36	89	13,98	20	20	5	44	0	7	53	19	4	6
15	C2	3,89	114	29,31	19	16	11	68	0	11	75	6	7	15
16	C3	3,89	151	38,82	1	3	10	137	0	37	106	1	5	2
17	C4	7,78	189	24,30	4	2	3	180	0	2	182	0	2	3
18	C5	3,83	183	47,78	0	16	6	159	2	16	153	8	1	5
19	C6	18,15	99	5,45	2	85	9	3	0	2	0	49	29	19
20	D3	7,01	88	12,55	19	23	4	41	1	0	55	15	7	11

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
21	D4	8,43	150	17,80	4	1	5	140	0	2	141	2	5	0
22	D5	5,66	534	94,39	14	9	8	502	1	5	512	5	4	8
23	D6	4,60	155	33,72	5	16	16	118	0	0	130	15	9	1
24	Muara Kamal	8,01	40	4,99	11	5	12	12	0	9	17	1	3	10
25	Cengkareng Drain	0,06	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Muara Angke	10,84	177	16,32	120	24	8	25	0	2	43	35	68	29
27	Muara Karang	13,97	1114	79,76	1041	13	15	45	0	11	1063	7	29	4
28	Pompa Pluit	8,43	376	44,62	19	7	10	340	0	0	349	6	14	7
29	Ancol	13,79	86	6,24	30	4	0	52	0	0	58	16	9	3
30	Sunter	32,65	71	2,17	5	4	34	28	0	15	7	9	16	24
31	Cilincing	4,13	99	24,00	0	0	4	95	0	0	95	0	2	2
32	Marunda	3,89	356	91,53	2	0	8	346	0	0	348	0	1	7
33	BKT	8,19	62	7,57	9	25	10	18	0	10	29	13	6	4
34	Muara Gembong	41,25	88	2,13	86	0	1	1	0	0	56	15	9	8
35	P. Dolphin (PS 8)	43,02	112	2,60	9	21	14	68	0	2	91	4	9	6
36	P. Macan	66,53	136	2,04	5	17	10	104	0	0	106	18	4	8
37	P. Panjang	73,72	213	2,89	6	10	7	190	0	1	201	0	4	7
38	P. Harapan (PS 6)	105,95	113	1,07	6	53	7	47	0	1	81	26	1	4
39	P. Kelapa	49,62	168	3,39	17	25	16	110	0	0	135	7	19	7
40	P. Semak Daun (PS 5)	73,13	161	2,20	12	21	2	126	0	3	142	9	7	0
41	P. Air	63,35	44	0,69	13	16	11	4	0	1	24	4	11	4
42	P. Pramuka (PS 4)	70,66	130	1,84	3	23	11	93	0	0	114	6	7	3
43	P. Tidung (PS 7)	65,12	157	2,41	31	46	7	73	0	0	85	39	28	5

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
44	P. Pari (PS 3)	36,83	143	3,88	3	9	1	130	0	0	135	4	1	3
45	P. Burung	55,10	63	1,14	19	40	4	0	0	6	23	18	6	10
46	P. Lancang (PS 2)	7,43	341	45,93	0	16	2	323	0	3	311	25	1	1
47	P. Bokor	25,28	171	6,76	29	17	5	120	0	5	140	14	6	6
48	TK 1 (PS 1)	12,96	140	10,80	3	22	0	115	0	1	118	1	20	0
49	P. Bidadari	3,42	214	62,61	19	6	0	189	0	1	197	12	1	3
50	Reklamasi 1	15,56	26	1,67	2	4	4	16	0	1	21	1	1	2
51	Reklamasi 2	9,43	328	34,79	8	39	5	276	0	8	301	11	7	1
52	Reklamasi 3	8,49	113	13,32	11	91	9	2	0	1	18	30	10	54
53	Dermaga Muara Kamal	12,61	157	12,45	16	4	9	128	0	1	131	8	7	10
54	Dermaga Cengkareng Drain	0,06	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	Dermaga Muara Angke	0,06	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	Dermaga Muara Karang	4,66	119	25,56	12	6	14	87	0	2	90	19	5	3
57	Dermaga Pompa Pluit	3,06	355	115,85	28	9	23	295	0	1	306	12	8	28
58	Dermaga Ancol	5,66	186	32,88	7	14	2	163	0	1	175	5	3	2
59	Dermaga Sunter	22,39	45	2,01	10	11	10	14	0	4	18	13	5	5
60	Dermaga Cilincing	7,96	99	12,44	0	0	4	95	0	0	95	0	2	2
61	Dermaga Marunda	3,18	100	31,43	89	3	6	2	0	0	16	49	29	6

No	Titik Pengamatan	Volume air (m3)	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan (partikel/m3)	Bentuk Mikroplastik					Ukuran Mikroplastik				
					Fragmen	Film	Fiber	Pellet	Foam	1-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000
62	Dermaga BKT	5,19	54	10,41	14	15	4	20	1	5	42	5	2	0
63	Dermaga Muara Gembong	31,23	93	2,98	83	2	6	2	0	0	5	47	30	11