

### 3. HASIL PENELITIAN

#### 3.1. Uji Pendahuluan

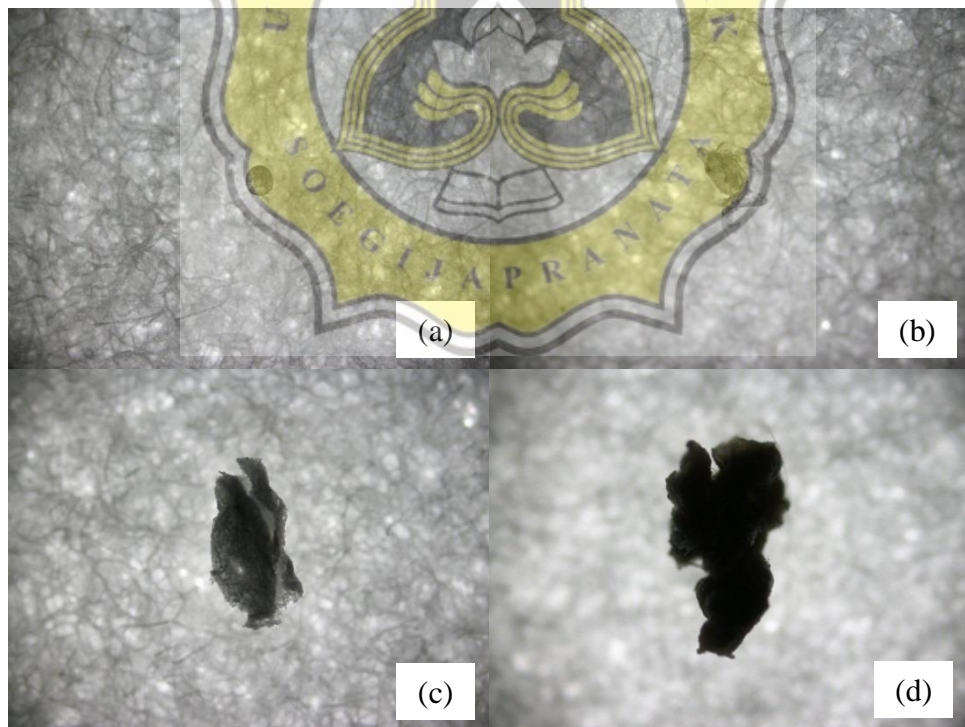
##### 3.1.1. Hasil Pengukuran Standar Internal Sebelum Digesti

Hasil pengukuran standar internal sebelum digesti dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Standar Internal Sebelum Digesti

Polimer	PE	PP	PS	PVC
Rata-rata panjang ( $\mu\text{m}$ )	345,1	503,4	784,1	742,1

Tabel 5. menunjukkan bahwa terdapat 4 jenis standar internal yaitu PE, PP, PS, dan PVC dengan rata-rata panjang yang beragam. Keempat standar internal mempunyai rata-rata panjang dibawah 5000  $\mu\text{m}$  sehingga kesemuanya dapat digolongkan sebagai mikroplastik. Standar internal PS mempunyai ukuran terpanjang yakni sebesar 784,1  $\mu\text{m}$ , sedangkan ukuran terpendek adalah PE yakni sebesar 345,1  $\mu\text{m}$ . Partikel mikroplastik yang digunakan sebagai standar internal dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Partikel Standar Internal Mikroplastik: (a) PE, (b) PP, (c) PS, (d) PVC

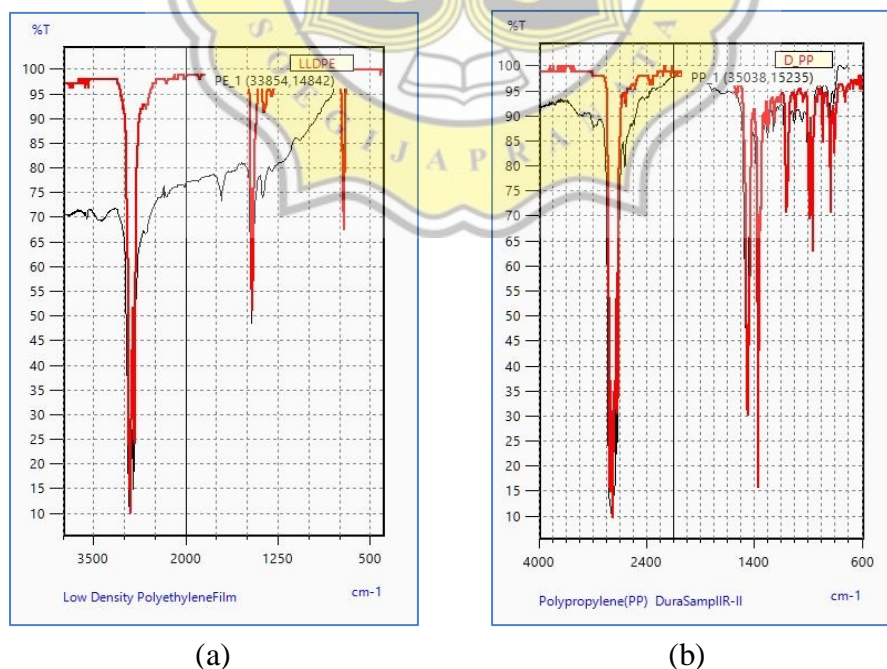
### 3.1.2. Hasil Konfirmasi Standar Internal Sebelum Digesti

Hasil konfirmasi *micro*-FTIR standar internal mikroplastik sebelum digesti dapat dilihat pada Tabel 6.

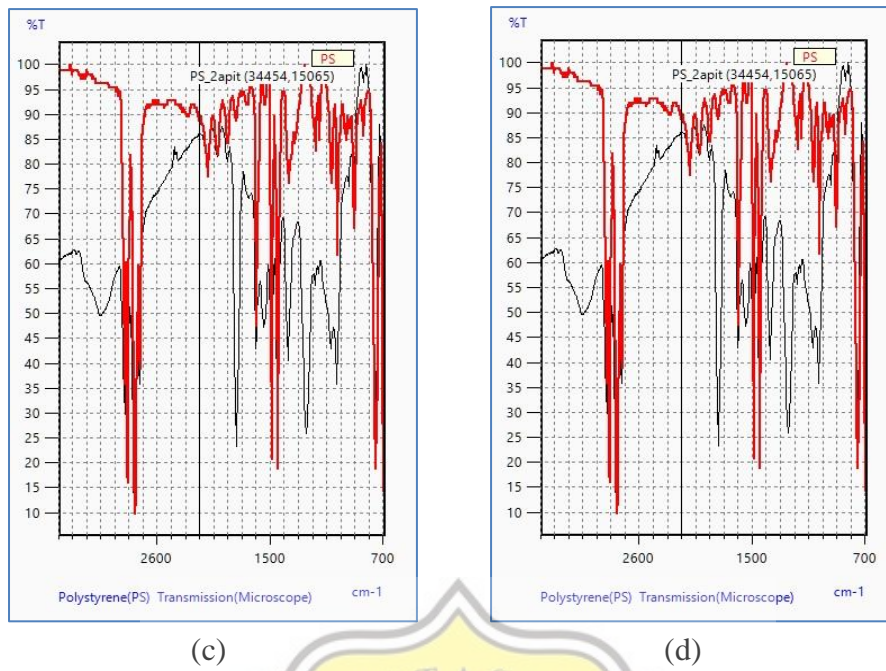
Tabel 6. Hasil Konfirmasi Standar Internal Sebelum Digesti

Polimer	Skor	Library	Nama senyawa	Keterangan
PE	878	iRs Polymer 2-2	LLDPE	Low Density Polyethylene Film
PP	846	ATR Polymer 2-	D_PP	Polypropylene (PP) Dura SampIIIR-II
PS	904	T-Polymer 2-25	PS	Polystyrene (PS) Transmission (Microscope)
PVC	904	iRs Polymer 2-5	PVC	Polyvinyl Chloride (PVC) Film

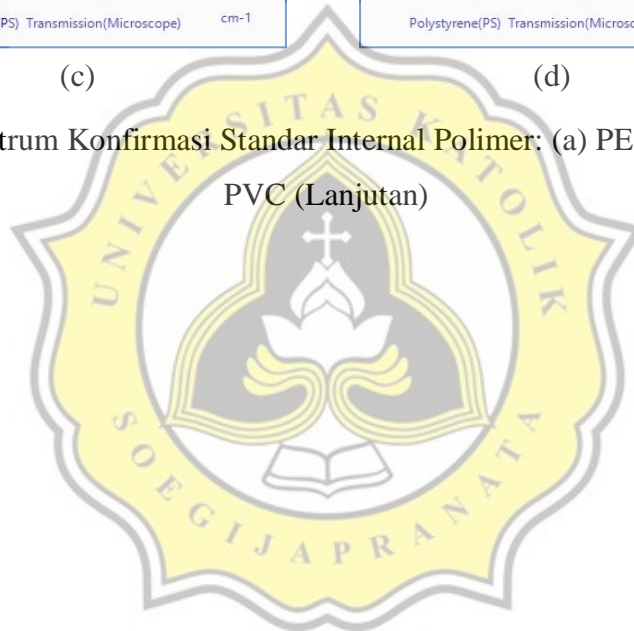
Dari Tabel 6., dapat dilihat hasil konfirmasi berupa spektra dari keempat standar internal dengan instrumen *micro*-FTIR. Masing-masing spektra standar internal mempunyai kemiripan dengan skor berturut-turut 904, 904, 878, dan 846 untuk PS, PVC, PE, dan PP. Skor tingkat kemiripan tertinggi sebesar 904 ditunjukkan oleh standar internal PS dan PVC. Sedangkan skor tingkat kemiripan terendah sebesar 846 ditunjukkan oleh standar internal PE. Spektrum konfirmasi untuk setiap standar internal polimer dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Spektrum Konfirmasi Standar Internal Polimer: (a) PE, (b) PP, (c) PS, (d) PVC



Gambar 12. Spektrum Konfirmasi Standar Internal Polimer: (a) PE, (b) PP, (c) PS, (d) PVC (Lanjutan)



### 3.1.3. Hasil Digesti Standar Internal PS dengan Pelarut KOH 10%

Hasil digesti standar internal PS dengan pelarut KOH 10% dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Digesti Standar Internal PS dengan Pelarut KOH 10%

Suhu (°C)	Waktu (jam)	Jumlah PS Sebelum Digesti (partikel)	Jumlah PS Setelah Digesti (partikel)	Recovery rate (%)	Perubahan Panjang PS (%)	Skor FTIR Setelah Digesti	Identifikasi Jenis Polimer Setelah Digesti
40	24	10	10	100	-4,3	894 – 945	PS
	48	10	9	90	-5,6	846 – 919	PS
	72	10	8	80	-26,2	847 – 937	PS
50	24	10	7	70	-6,5	923 – 943	PS
	48	10	10	100	-1,3	942 – 947	PS
	72	10	10	100	-6,9	913 – 951	PS
60	24	10	10	100	-0,2	938 – 948	PS
	48	10	8	80	-11,7	930 – 949	PS
	72	10	8	80	-2,8	935 – 949	PS

Keterangan:







- : terdapat pengecilan ukuran standar internal PS dari sebelum dan setelah digesti

Berdasarkan Tabel 7., dapat diketahui bahwa terjadi kehilangan partikel pada lebih dari setengah perlakuan, dengan *recovery rate* yang berkisar diantara 70% sampai 100%. Dari segi ukuran, terjadi reduksi dengan kisaran -0,2% sampai -26,2%. Skor kemiripan dari uji FTIR terhadap partikel PS setelah digesti ( $\geq 800$ ). Berdasarkan nilai *recovery rate*, panjang, dan skor kemiripan FTIR setelah digesti dengan pelarut KOH 10% dapat disimpulkan bahwa digesti berlangsung optimal dan tidak menyebabkan perubahan ukuran yang signifikan maupun perubahan gugus fungsi standar internal PS.


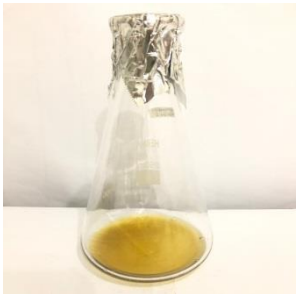
### 3.1.4. Hasil Optimalisasi Digesti Kerang Darah dengan Pelarut KOH 10%

Hasil optimalisasi digesti kerang darah dengan pelarut KOH 10% dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Optimalisasi Digesti Kerang Darah dengan Pelarut KOH 10%

Suhu Digesti	Waktu Digesti		
	24 jam	48 jam	72 jam
40°C	 <p>Jaringan kerang darah belum terdigesti secara sempurna dan masih menyisakan partikel organik berukuran kecil pada larutan.</p>	 <p>Jaringan kerang darah telah terdigesti secara sempurna.</p>	 <p>Tidak ditemui perbedaan dengan hasil digesti jaringan kerang darah pada waktu 48 jam.</p>
50°C	 <p>Jaringan kerang darah telah terdigesti secara sempurna dan tidak menyisakan partikel organik pada larutan.</p>	 <p>Tidak ditemui perbedaan dengan hasil digesti jaringan kerang darah pada waktu 24 jam.</p>	 <p>Tidak ditemui perbedaan dengan hasil digesti jaringan kerang darah pada waktu 24 dan 48 jam.</p>

Tabel 8. Hasil Optimalisasi Digesti Kerang Darah dengan Pelarut KOH 10% (Lanjutan)

Suhu Digesti 60°C	Waktu Digesti		
	24 jam	48 jam	72 jam
			
	Jaringan kerang darah telah terdigesti secara sempurna dan tidak menyisakan partikel organik pada larutan.	Tidak ditemui perbedaan dengan hasil digesti jaringan kerang darah pada waktu 24 jam.	Tidak ditemui perbedaan dengan hasil digesti jaringan kerang darah pada waktu 24 dan 48 jam.

Berdasarkan Tabel 8., dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu, semakin sempurna proses digesti partikel organik berupa jaringan kerang darah. Perlakuan terbaik adalah digesti pada suhu 50°C selama 24 jam karena digesti berlangsung dengan baik pada suhu serendah mungkin dalam waktu sesingkat mungkin sehingga perlakuan tersebut diterapkan pada penelitian utama.

### 3.2. Penelitian Utama

#### 3.2.1. *Recovery Rate* Standar Internal pada Sampel Kerang Darah

*Recovery rate* standar internal polimer mikroplastik yang ditambahkan pada sampel kerang darah dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. *Recovery Rate* Standar Internal pada Sampel Kerang Darah

Polimer	Jumlah awal	Jumlah setelah digesti	<i>Recovery rate</i> (%)
	Rata-rata	Rata-rata ( <i>range</i> )	
PE	10	5,4 (3-10)	54
PP	10	6,8 (5-9)	68
PS	10	10,2 (9-13)	102
PVC	10	8,4 (5-10)	84

Berdasarkan Tabel 9., dapat dilihat bahwa terjadi penurunan jumlah partikel standar internal PE setelah digesti menjadi sebesar 5,4 partikel/sampel; PP menjadi sebesar 6,8 partikel/sampel; dan PVC menjadi sebesar 8,4 partikel/sampel. Sementara standar internal PS mengalami kenaikan jumlah menjadi 10,2 partikel/sampel. Urutan *recovery rate* standar internal tertinggi hingga terendah secara berurutan adalah jenis PS (102%), PVC (84%), PP (68%), dan PE (54%).

### 3.2.2. Hasil Pengukuran Standar Internal Sebelum Digesti

Hasil pengukuran standar internal polimer mikroplastik sebelum digesti dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Standar Internal Sebelum Digesti

Polimer	Panjang ( $\mu\text{m}$ )	Keliling ( $\mu\text{m}$ )	Luas ( $\mu\text{m}^2$ )
PE	520,5 $\pm$ 205,8 (219,4-1151,2)	1518,0 $\pm$ 532,6 (805,3-3220,9)	117994,2 $\pm$ 59370,8 (50250,2-310507,8)
PP	1075,3 $\pm$ 265,8 (529,5-1669,8)	4042,9 $\pm$ 1122,6 (1899,4-5899,5)	423664,0 $\pm$ 183145,2 (129034,9-826643,9)
PS	1222,6 $\pm$ 216,4 (821,8-1818,8)	3802,5 $\pm$ 1006,5 (1199,2-6356,4)	565048,0 $\pm$ 188898,6 (194796,2-998438,4)
PVC	1249,1 $\pm$ 241,4 (716,3-1748,6)	4292,0 $\pm$ 1036,7 (2548,2-6726,2)	752161,2 $\pm$ 264251,9 (319228,3-1376445,0)

Keterangan:

Hasil pengukuran disajikan dalam rata-rata  $\pm$  SD dan *range*

Berdasarkan Tabel 10., dapat dilihat bahwa urutan ukuran standar internal terbesar hingga terkecil adalah jenis PVC, PS, PP, dan PE. Ukuran terbesar dimiliki oleh standar internal PVC dengan rata-rata sebesar 1249,1  $\mu\text{m}$  untuk pengukuran panjang; 4292,0  $\mu\text{m}$  untuk pengukuran keliling; dan 752161,2  $\mu\text{m}^2$  untuk pengukuran luas. Sementara ukuran terkecil dimiliki oleh standar internal PE dengan rata-rata sebesar 520,5  $\mu\text{m}$  untuk pengukuran panjang; 1518,0  $\mu\text{m}$  untuk pengukuran keliling; dan 117994,2  $\mu\text{m}^2$  untuk pengukuran luas.



### 3.2.3. Hasil Pengukuran Standar Internal pada Sampel Kerang Darah Setelah Digesti

Hasil pengukuran standar internal polimer mikroplastik pada sampel kerang darah setelah digesti dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Pengukuran Standar Internal pada Sampel Kerang Darah Setelah Digesti

Polimer	Jumlah	Panjang ( $\mu\text{m}$ )	Keliling ( $\mu\text{m}$ )	Luas ( $\mu\text{m}^2$ )
PE	5,4	$475,9 \pm 207,4$	$1381,7 \pm 593,6$	$91000,8 \pm 55429,1$
	(3-10)	(203,8-1076,9)	(602,7-3295,4)	(29180,4-253567,6)
PP	6,8	$1082,2 \pm 266,9$	$4190,7 \pm 1335,4$	$381066,9 \pm 188142,3$
	(5-9)	(607,4-1623,4)	(1584,5-6185,6)	(470036,0-772933,5)
PS	10,2	$1161,6 \pm 202,7$	$3957,0 \pm 1026,9$	$499208,1 \pm 186011,6$
	(9-13)	(757,8-1606,6)	(2441,2-8595,6)	(183537,6-1031662,4)
PVC	8,4	$1197,1 \pm 238,5$	$4207,0 \pm 941,5$	$698942,6 \pm 224413,5$
	(5-10)	(619,2-1721,2)	(2438,3-6931,0)	(307882,1-1219108,9)

Keterangan:

Hasil pengukuran disajikan dalam rata-rata  $\pm$  SD dan *range*

Berdasarkan Tabel 11., dapat dilihat bahwa terjadi penurunan jumlah partikel mikroplastik pada standar internal PE, PP, dan PVC serta kenaikan jumlah partikel mikroplastik pada standar internal PS. Ukuran terbesar dimiliki oleh standar internal PVC dengan rata-rata sebesar  $1197,1 \mu\text{m}$  untuk pengukuran panjang;  $4207,0 \mu\text{m}$  untuk pengukuran keliling; dan  $698942,6 \mu\text{m}^2$  untuk pengukuran luas. Ukuran terkecil dimiliki oleh standar internal PE dengan rata-rata sebesar  $475,9 \mu\text{m}$  untuk pengukuran panjang;  $1381,7 \mu\text{m}$  untuk pengukuran keliling; serta  $91000,8 \mu\text{m}^2$  untuk pengukuran luas.

### 3.2.4. Perubahan Ukuran Standar Internal pada Sampel Kerang Darah Sebelum dan Setelah Digesti

Perubahan ukuran standar internal pada sampel kerang darah sebelum dan setelah digesti dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Perubahan Ukuran Standar Internal pada Sampel Kerang Darah Sebelum dan Setelah Digesti

Polimer	Panjang ( $\mu\text{m}$ )		Keliling ( $\mu\text{m}$ )		Luas ( $\mu\text{m}^2$ )	
	Awal	Setelah digesti	Awal	Setelah digesti	Awal	Setelah digesti
PE	520,5 $\pm$ 205,8 <sup>a</sup> (219,4-1151,2)	475,9 $\pm$ 207,4 <sup>a</sup> (203,8-1076,9)	1517,0 $\pm$ 532,6 <sup>a</sup> (805,3-3220,9)	1381,7 $\pm$ 593,6 <sup>a</sup> (602,7-3295,4)	117994,2 $\pm$ 59370,8 <sup>a</sup> (50250,2-310507,8)	91000,8 $\pm$ 55429,1 <sup>a</sup> (29180,4-253567,6)
PP	1075,3 $\pm$ 265,8 <sup>a</sup> (529,5-1669,8)	1082,2 $\pm$ 266,9 <sup>a</sup> (607,4-1623,4)	4042,9 $\pm$ 1122,6 <sup>a</sup> (1899,4-5899,5)	4190,7 $\pm$ 1335,4 <sup>a</sup> (1584,5-6185,6)	423664,0 $\pm$ 183145,2 <sup>a</sup> (129034,9-826643,9)	381066,9 $\pm$ 188142,3 <sup>a</sup> (470036,0-772933,5)
PS	1222,6 $\pm$ 216,4 <sup>a</sup> (821,8-1818,8)	1161,6 $\pm$ 202,7 <sup>a</sup> (757,8-1606,6)	3802,5 $\pm$ 1006,5 <sup>a</sup> (1199,2-6356,4)	3957,0 $\pm$ 1026,9 <sup>a</sup> (2441,2-8595,6)	565048,0 $\pm$ 188898,6 <sup>b</sup> (194796,2-998438,4)	499208,1 $\pm$ 186011,6 <sup>b</sup> (183537,6-1031662,4)
PVC	1249,1 $\pm$ 241,4 <sup>a</sup> (716,3-1748,6)	1197,1 $\pm$ 238,5 <sup>a</sup> (619,2-1721,2)	4292,0 $\pm$ 1036,7 <sup>a</sup> (2548,2-6726,2)	4207,0 $\pm$ 941,5 <sup>a</sup> (2438,3-6931,0)	752161,2 $\pm$ 264251,9 <sup>a</sup> (319228,3-1376445,0)	698942,6 $\pm$ 224413,5 <sup>a</sup> (307882,1-1219108,9)

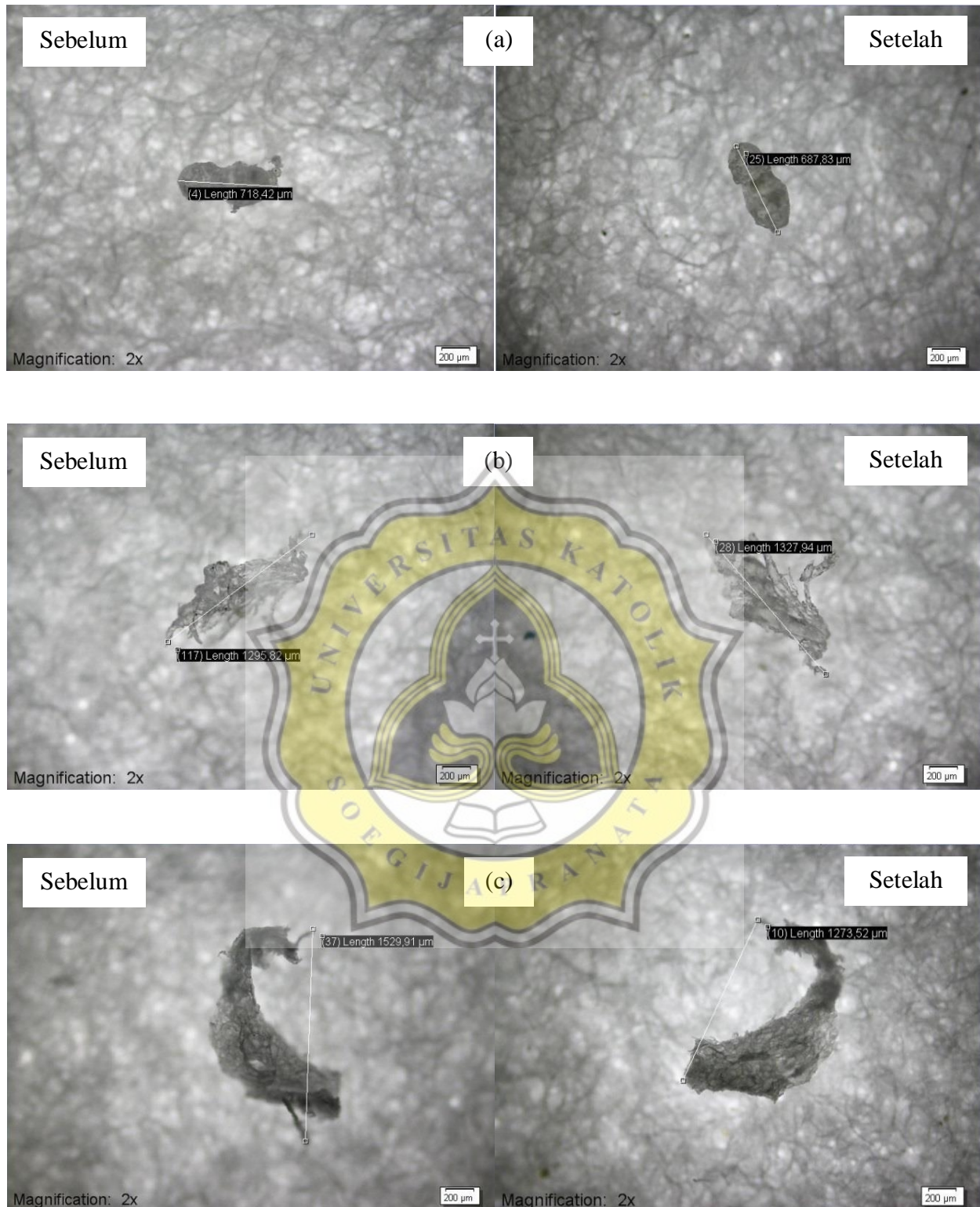
Keterangan :

Hasil pengukuran disajikan dalam rata-rata  $\pm$  SD dan *range*

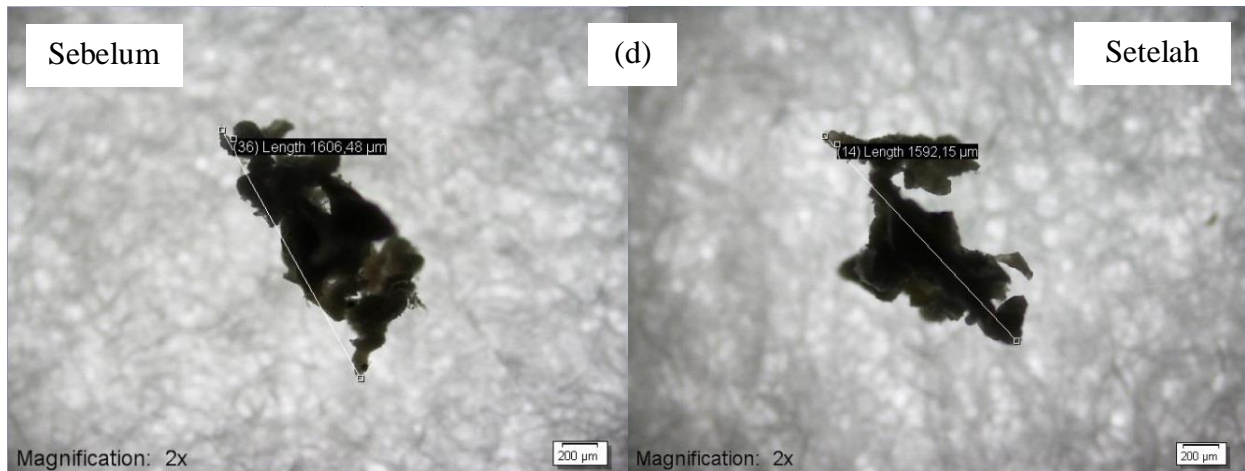
a = tidak berbeda nyata

b = berbeda nyata

Berdasarkan Tabel 12., dapat dilihat bahwa setelah digesti, standar internal PE dan PVC mengalami penurunan nilai panjang, keliling, maupun luas. Sementara standar internal PP mengalami peningkatan nilai panjang dan keliling serta penurunan nilai luas setelah digesti. Standar internal PS mengalami peningkatan nilai keliling serta penurunan nilai panjang dan luas setelah digesti. Hasil pengujian statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada ukuran partikel standar internal antara sebelum dan setelah digesti, kecuali luas partikel standar internal PS. Deformasi atau perubahan bentuk partikel standar internal dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Deformasi Standar Internal dalam Sampel Kerang Darah Sebelum dan Setelah Digesti: (a) PE, (b) PP, (c) PS, (d) PVC



Gambar 13. Deformasi Standar Internal dalam Sampel Kerang Darah Sebelum dan Setelah Digesti: (a) PE, (b) PP, (c) PS, (d) PVC (Lanjutan)



### 3.2.5. Konfirmasi Standar Internal pada Sampel Kerang Darah Setelah Digesti

Konfirmasi standar internal pada sampel kerang darah setelah digesti dapat dilihat pada Tabel 13.

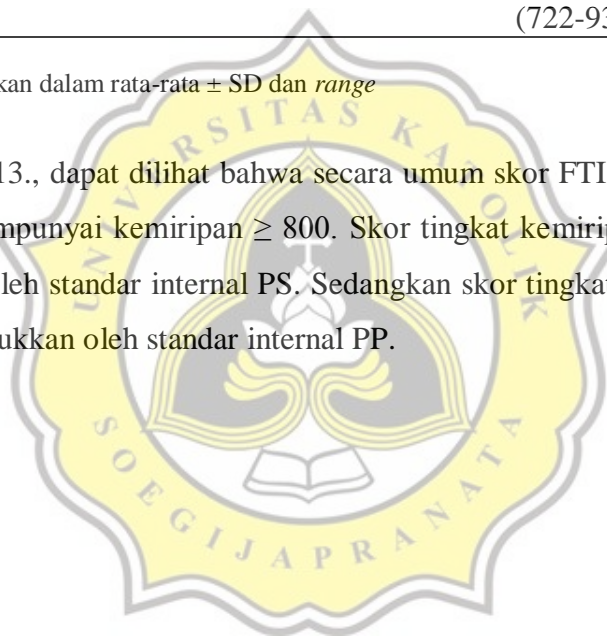
Tabel 13. Konfirmasi Standar Internal pada Sampel Kerang Darah Setelah Digesti

Polimer	Skor FTIR
PE	885,4 ± 32,3 (794-919)
PP	824,5 ± 43,6 (746-913)
PS	925,4 ± 21,7 (846-950)
PVC	876,4 ± 43,0 (722-930)

Keterangan :

Hasil pengukuran disajikan dalam rata-rata ± SD dan *range*

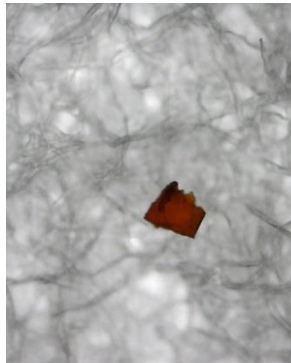

Berdasarkan Tabel 13., dapat dilihat bahwa secara umum skor FTIR dari keempat jenis standar internal mempunyai kemiripan  $\geq 800$ . Skor tingkat kemiripan tertinggi sebesar 925,4 ditunjukkan oleh standar internal PS. Sedangkan skor tingkat kemiripan terendah sebesar 824,5 ditunjukkan oleh standar internal PP.




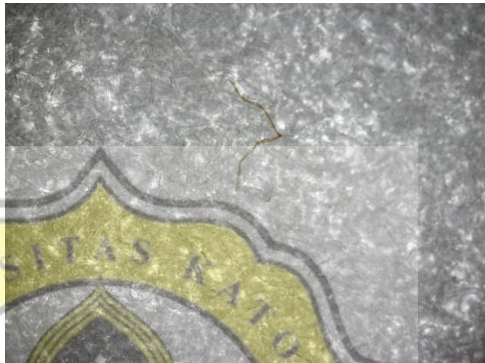
### 3.2.6. Particle Suspected as Microplastic (PSM) dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Kerang Darah

PSM dalam blanko, kontrol, dan sampel kerang darah dapat dilihat pada Tabel 14.


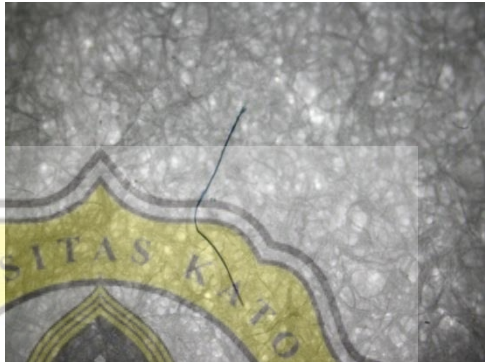
Tabel 14. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Kerang Darah

Sampel		<i>Fragments</i>	<i>Fibers</i>	<i>Films</i>
Blanko	Gambar			
		Perbesaran 100x	Perbesaran 40x	
	Rata-rata jumlah	0,2	1,8	-
	Range jumlah	(0-1)	(1-3)	-
	Rata-rata panjang ± SD	184,7	678,2 ± 819,2	-
	Range panjang	(184,7 – 184,7)	(161,7-2484,0)	-

Tabel 14. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Kerang Darah (Lanjutan)



Sampel		<i>Fragments</i>	<i>Fibers</i>	<i>Films</i>
Kontrol	Gambar			
		Perbesaran 40x	Perbesaran 40x	
	Rata-rata jumlah	2,4	6,0	-
	Range jumlah	(1-6)	(3-9)	-
	Rata-rata panjang ± SD	400,3 ± 253,5	855,4 ± 598,9	-
	Range panjang	(172,7-859,1)	(177,8-2282,8)	-

Tabel 14. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Kerang Darah (Lanjutan)

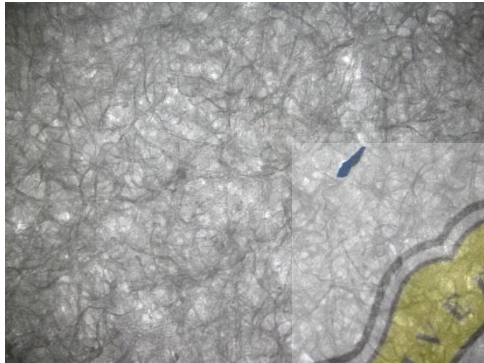
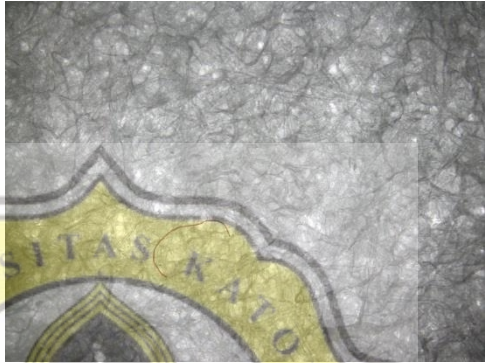
Sampel		<i>Fragments</i>	<i>Fibers</i>	<i>Films</i>
S1	Gambar			
		(Perbesaran 40x)	(Perbesaran 40x)	
	Rata-rata jumlah	2,8	8,4	-
	Range jumlah	(0-5)	(4-12)	-
	Rata-rata panjang ± SD	283,3 ± 151,0	1069,9 ± 733,0	-
	Range panjang	(108,6-708,2)	(115,6-3035,6)	-



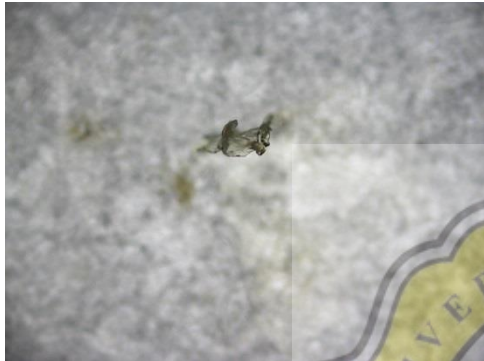

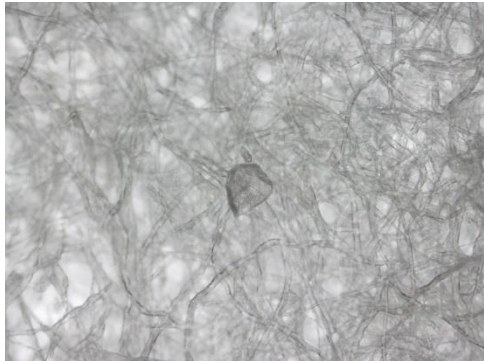
Tabel 14. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Kerang Darah (Lanjutan)

Sampel		<i>Fragments</i>	<i>Fibers</i>	<i>Films</i>
S2	Gambar			
		Perbesaran 40x	Perbesaran 40x	
	Rata-rata jumlah	2,0	10,6	-
	Range jumlah	(0-5)	(8-13)	-
	Rata-rata panjang ± SD	307,1 ± 70,8	1005,4 ± 723,3	-
	Range panjang	(162,8-397,3)	(176,5-3145,6)	-

Tabel 14. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Kerang Darah (Lanjutan)

Sampel		<i>Fragments</i>	<i>Fibers</i>	<i>Films</i>
S3	Gambar			
		Perbesaran 40x	Perbesaran 40x	
	Rata-rata jumlah	3,0	10,6	-
	<i>Range</i> jumlah	(0-7)	(7-17)	-
	Rata-rata panjang $\pm$ SD	431,0 $\pm$ 361,8	965,9 $\pm$ 694,5	-
	<i>Range</i> panjang	(112,1-1523,4)	(173,9-3076,9)	-

Tabel 14. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Kerang Darah (Lanjutan)

Sampel		<i>Fragments</i>	<i>Fibers</i>	<i>Films</i>
S4	Gambar			
		Perbesaran 40x	Perbesaran 100x	Perbesaran 100x
	Rata-rata jumlah	0,8	6,8	0,2
	Range jumlah	(0-2)	(3-9)	(0-1)
	Rata-rata panjang ± SD	350,7 ± 195,8	797,4 ± 594,3	163,9
	Range panjang	(163,3-611,4)	(208,9-3347,7)	(163,9-163,9)

Keterangan :

S1 = sampel kerang darah + PE

S2 = sampel kerang darah + PP

S3 = sampel kerang darah + PS

S4 = sampel kerang darah + PVC

Berdasarkan Tabel 14., terdapat 3 bentuk PSM yang ditemukan pada blanko, kontrol, dan sampel kerang darah. Urutan bentuk berdasarkan jumlah partikel yang paling banyak hingga paling sedikit ditemukan adalah *fibers* (1,8-10,6 partikel/sampel), *fragments* (0,2-3,0 partikel/sampel), dan *films* (0,2 partikel/sampel). Urutan bentuk berdasarkan ukuran yang paling panjang hingga paling pendek adalah *fibers* (678,2-1069,9  $\mu\text{m}$ ), *fragments* (184,7-431,0  $\mu\text{m}$ ), dan *films* (163,9  $\mu\text{m}$ ).

