

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Uji Pendahuluan

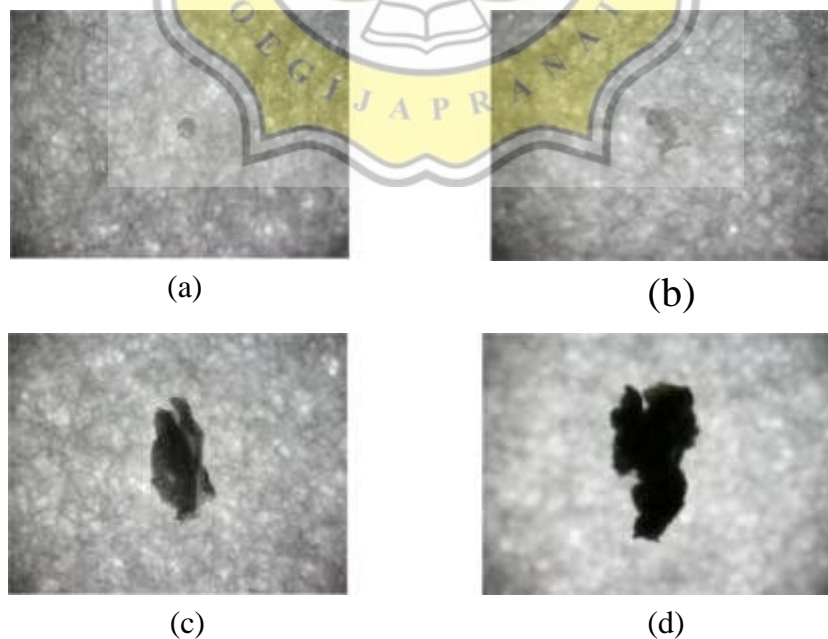
3.1.1. Hasil Pengukuran Mikroskopik Standar Internal Sebelum Digesti

Hasil pengukuran mikroskopik standar internal sebelum digesti dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Standar Internal Sebelum Digesti

Jenis Polimer	Rata – rata Panjang (μm)
PE	345,1
PP	503,4
PS	784,1
PVC	742,1

Dari Tabel 5 berikut dapat diketahui bahwa standar PS memiliki ukuran partikel terpanjang (784,1 μm), sedangkan yang terpendek adalah PE (345,1 μm). Selain itu, dari tabel di atas dapat diketahui bahwa semua polimer memiliki ukuran panjang di bawah 5000,00 μm , maka kesemuanya dapat dikategorikan sebagai mikroplastik. Partikel mikroplastik yang digunakan sebagai standar internal sebelum digesti dapat dilihat pada Gambar 17 di bawah ini.



Gambar 17. Partikel Standar Internal Mikroplastik : (a) PE, (b) PP, (c) PS, dan (d) PVC

Sumber : Dokumentasi Pribadi

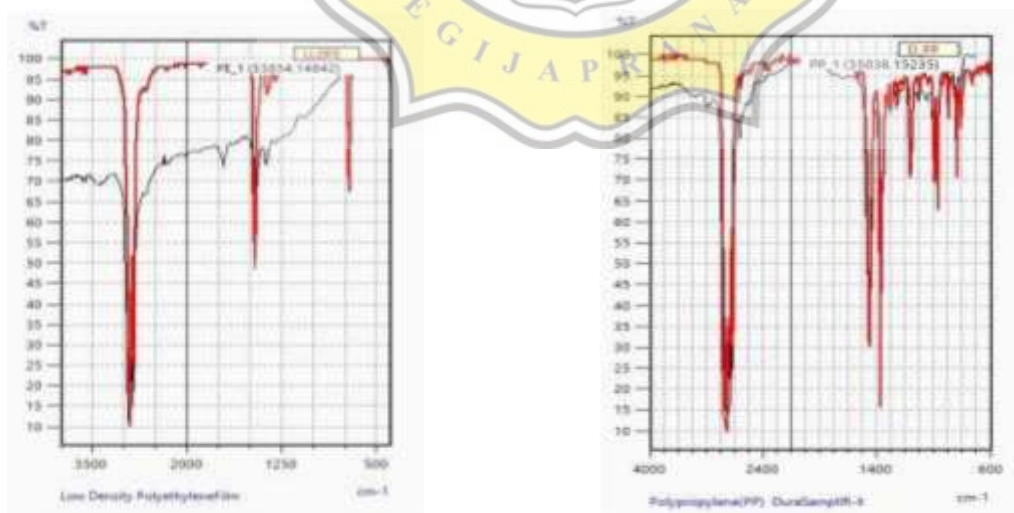
3.1.2. Konfirmasi Standar Internal Sebelum Digesti

Hasil konfirmasi FTIR standar internal mikroplastik sebelum digesti disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Konfirmasi Standar Internal Sebelum Digesti

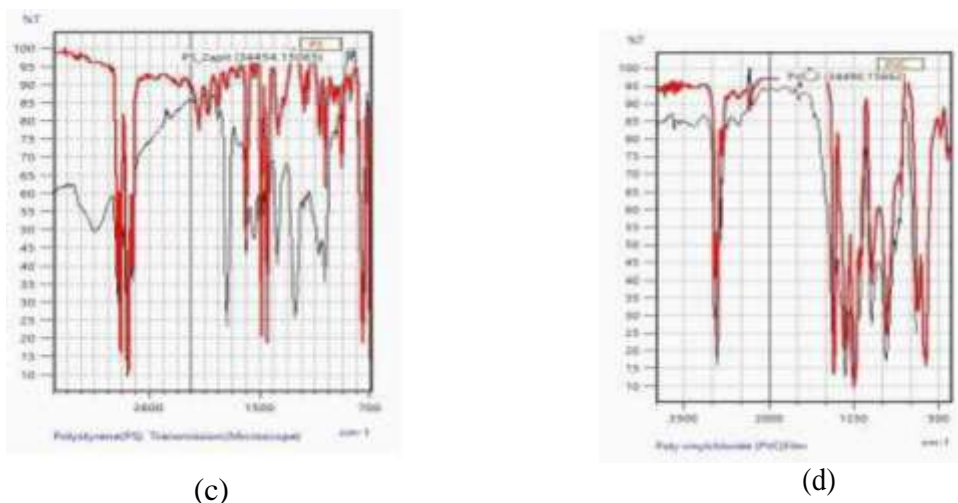
Jenis Polimer	Skor	Library	Nama Senyawa	Keterangan
PE	878	iRs Polymer 2-2	LLDPE	Low Density Polyethylene Film
PP	846	ATR-Polymer 2-	D_PP	Polypropylene (PP) Dura SamplIR – II
PS	904	T-Polymer 2-25	PS	Polystyrene (PS) Transmission (Microscope)
PVC	904	iRs Polymer 2-5	PVC	Polyvinyl Chloride (PVC) film

Tabel 6 menunjukkan hasil identifikasi 4 jenis standar internal mikroplastik yang diukur menggunakan alat FTIR, yang menghasilkan tingkat kemiripan berturut – turut 878, 846, 904, dan 904 untuk PE, PP, PS, dan PVC. Skor kemiripan tertinggi diperoleh untuk standar internal PS dan PVC. Sedangkan skor terendah diperoleh untuk standar internal PP. Spektrum konfirmasi hasil FTIR untuk masing – masing standar internal dapat dilihat pada Gambar 18 di bawah ini.



(a)

(b)



Gambar 18. Spektrum Konfirmasi FTIR Standar Internal : (a) PE, (b) PP, (c) PS, dan (d)

PVC

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.1.3. Perubahan Ukuran Standar Internal PS Pasca Digesti

Perubahan ukuran panjang standar internal PS akibat proses digesti menggunakan larutan KOH konsentrasi 10% 1:10 (w/v) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Panjang PS Menggunakan KOH 10%

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu Digesti (jam)	Perubahan Ukuran Panjang (%)	Jumlah Awal PS (partikel)	Jumlah PS yang ditemukan (partikel)	Recovery Rate (%)
40	24	-4,3	10	10	100
	48	-5,6	10	9	90
	72	-26,2	10	8	80
50	24	-6,5	10	7	70
	48	-1,3	10	10	100
	72	-6,9	10	10	100
60	24	-0,2	10	10	100
	48	-11,7	10	8	80
	72	-2,8	10	8	80

Berdasarkan Tabel 7 di atas, dapat dilihat bahwa terjadi kehilangan partikel pada lebih dari setengah perlakuan, menghasilkan *recovery rate* sebesar 70% - 100%. Ukuran panjang standar internal PS pasca digesti KOH selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam, pada tiga tingkatan suhu yaitu 40°C , 50°C , dan 60°C mengalami pengurangan. Pada proses

digesti dengan suhu 40°C perubahan ukuran panjang PS berkisar antara -4,3% sampai dengan -26,2%. Pada proses digesti dengan suhu 50°C perubahan ukuran panjang PS berkisar antara -1,3% sampai dengan -6,9%. Pada proses digesti PS dengan suhu 60°C perubahan ukuran panjang PS berkisar antara -0,2% sampai dengan -11,7%. Nilai perubahan ukuran panjang terbesar yaitu pada proses digesti suhu 60°C selama 24 jam sebesar -0,2%. Sedangkan perubahan terkecil pada ukuran panjang yaitu pada proses digesti suhu 40°C selama 72 jam sebesar -26,2%.

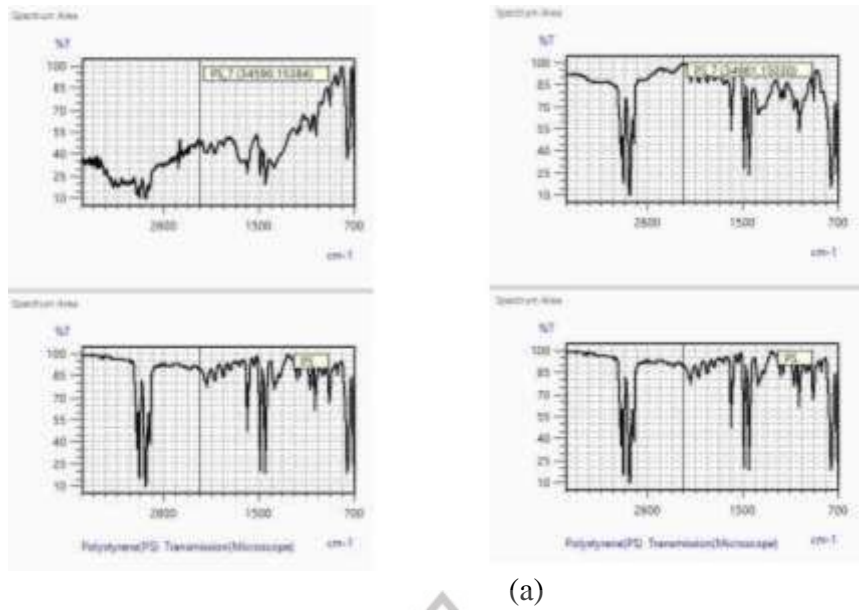
3.1.4. Identifikasi Standar Internal PS Pasca Digesti

Hasil identifikasi standar internal PS pasca digesti dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Identifikasi Standar Internal PS Pasca Digesti

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu Digesti (jam)	Range Skor
40	24	894 – 945
	48	846 – 919
	72	847 – 937
50	24	923 – 943
	48	942 – 947
	72	913 – 951
60	24	938 - 948
	48	930 – 949
	72	935 – 949

Berdasarkan Tabel 8 diatas dapat dilihat bahwa standar internal PS memiliki *range* skor kemiripan yang berbeda – beda pasca digesti. *Range* skor kemiripan tertinggi diperoleh pada proses digesti suhu 50°C selama 48 jam, sedangkan *range* skor kemiripan terendah diperoleh pada proses digesti suhu 40°C selama 48 jam. Dari hasil FTIR tersebut dapat disimpulkan bahwa digesti PS tidak menyebabkan berubahnya gugus fungsi karena skor tingkat kemiripannya diatas 600. Gambar skor kemiripan terendah dan tertinggi pasca digesti PS ditunjukkan pada Gambar 19 di bawah ini.



Gambar 19. Spektrum Konfirmasi FTIR Pasca Digesti PS : nilai terendah (a), nilai tertinggi (b)







Sumber : Dokumentasi Pribadi



3.1.5. Hasil Optimalisasi Digesti Ikan Bandeng dengan Pelarut KOH 10%

Hasil optimalisasi digesti ikan bandeng dengan pelarut KOH 10% dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Optimalisasi Digesti Ikan Bandeng dengan Pelarut KOH 10%

Waktu Digesti (jam)	Suhu Digesti ($^{\circ}\text{C}$)		
	40	50	60
24			
48			

Tabel 9. Hasil Optimalisasi Digesti Ikan Bandeng dengan Pelarut KOH 10% (lanjutan)

72		
120		
168		

Pada Tabel 9 di atas dapat dilihat bahwa setiap suhu digesti memiliki pencapaian waktu yang berbeda – beda dalam menghasilkan metode digesti terbaik. Metode digesti terbaik ditandai dengan jernihnya larutan sampel dan tidak terdapat zat organik yang tersisa di dalamnya. Proses digesti pada suhu 50°C selama 72 jam merupakan metode yang dipilih sebagai metode terbaik karena dapat mendigesti sampel GIT ikan bandeng dengan baik dalam waktu yang paling singkat dibandingkan kedua suhu lainnya. Hasil pengamatan digesti menggunakan pelarut KOH 10% dapat dilihat pada Gambar 20 di bawah ini.



Gambar 20. Hasil Pengamatan Digesti Pelarut KOH 10% : (a) suhu 40°C ; (b) suhu 50°C

Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 20 di atas menunjukkan hasil pengamatan digesti secara mikroskopik menggunakan perbesaran 40x. Berdasarkan gambar tersebut diamati terdapat PSM berbentuk *fiber* dengan warna biru (a) dan PSM berbentuk *fragment* dengan warna hitam (b).

Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan, proses digesti suhu 50°C selama 72 jam dipilih sebagai metode digesti terbaik yang akan digunakan dalam uji penelitian utama. Pertimbangan memilih suhu tersebut yaitu karena jaringan GIT ikan bandeng dapat terdigesti dengan baik tanpa meninggalkan sisa bahan organik di dalamnya serta menghasilkan larutan yang jernih dibandingkan kedua suhu lainnya. Pertimbangan lain dalam memilih suhu tersebut yaitu tidak terjadinya kerusakan dan perubahan pada gugus fungsi PS saat digesti menggunakan suhu 50°C dan kedua suhu lainnya. Sehingga suhu tersebut berlangsung optimal dalam mendigesti PS.

3.2. Penelitian Utama

3.2.1. *Recovery Rate* Standar Internal Pada Ikan Bandeng

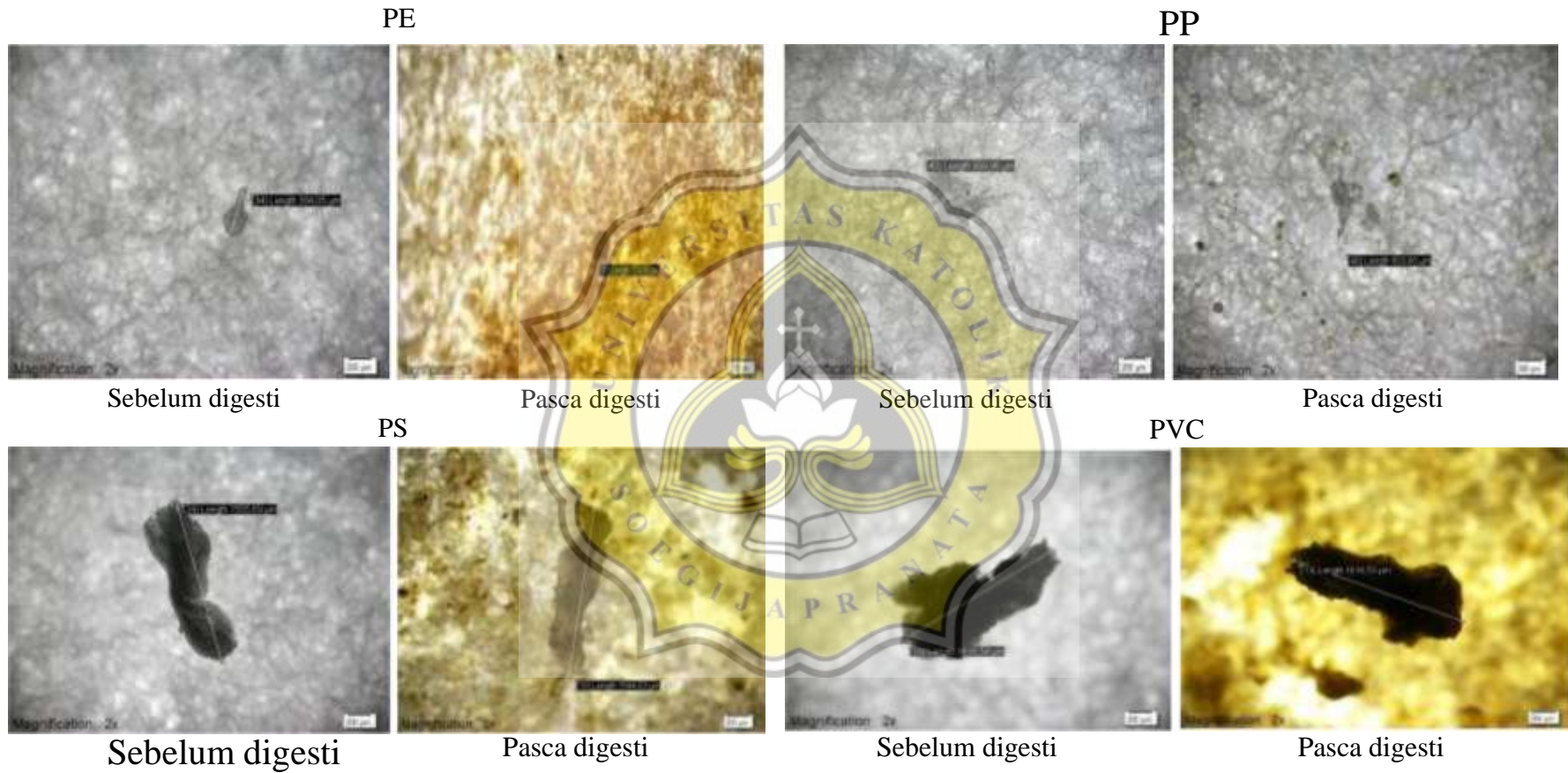
Hasil *recovery rate* standar internal polimer mikroplastik pada sampel ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. *Recovery Rate* Standar Internal Polimer Mikroplastik Pada Ikan Bandeng

Jenis Polimer	Jumlah Awal (partikel)	Jumlah Pasca Digesti (Rerata dan <i>range</i>)	<i>Recovery Rate</i> (%)
PE	10	6,2 (4 – 9)	62
PP	10	3,6 (2 – 7)	36
PS	10	7,2 (5 – 9)	72
PVC	10	8,8 (7 – 10)	88

Berdasarkan Tabel 10 di atas dapat diketahui terdapat perubahan jumlah partikel standar internal mikroplastik sebelum dan pasca digesti. Jumlah awal standar internal sebelum proses digesti yaitu 10 partikel. Kemudian pasca digesti berubah jumlahnya dalam *range* 2 – 10 partikel. Perubahan tersebut dinyatakan dalam *recovery rate*. Nilai *recovery rate* tertinggi hingga terendah berturut – turut yaitu 88%, 72%,

62%, 36% (PVC, PS, PE, PP). Standar internal PVC memiliki nilai *recovery rate* tertinggi, sedangkan standar internal PP memiliki nilai *recovery rate* terendah. Deformasi untuk setiap standar internal ditunjukkan pada Gambar 21 di bawah ini.



Gambar 21. Deformasi Standar Internal Dalam Sampel Ikan Bandeng

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.2.2. Hasil Pengukuran Standar Internal Sebelum Digesti

Hasil pengukuran standar internal polimer mikroplastik sebelum digesti dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Pengukuran Standar Internal Sebelum Digesti

Jenis Polimer	Panjang (μm)	Keliling (μm)	Luas (μm^2)
PE	297,7 \pm 105,6 (132,5 – 699,9)	894,9 \pm 345,1 (451,4 – 2269,3)	52114,4 \pm 40029,2 (12313,0 – 248485,6)
PP	750,6 \pm 257,5 (360,2 – 1435,6)	2471,7 \pm 901,1 (1153,5 – 5127,1) 3884,3 \pm 1374,5	157610,7 \pm 65921,4 (49755,2 – 370318,1)
PS	1224,5 \pm 361,5 (497,8 – 1970,8)	(1549,94 – 7175,9)	498882,4 \pm 288742,5 (7254,1 – 1192343,7)
PVC	1343,2 \pm 409,2 (585,4 – 2337,9)	4572,9 \pm 1452,2 (1879,4 – 7947,4)	863612,8 \pm 364535,2 (194645,4 – 1584499,8)

Keterangan : semua nilai adalah rerata \pm SD dan *range*

Berdasarkan Tabel 11 di atas, dapat diketahui hasil pengukuran panjang, keliling, dan luas standar internal sebelum digesti. Standar internal PVC merupakan polimer dengan ukuran rerata panjang, keliling, dan luas tertinggi. Nilai rerata tersebut berturut – turut yaitu 1343,2 μm ; 4572,9 μm ; 863612,8 μm^2 . Sedangkan standar internal PE merupakan polimer dengan ukuran panjang, keliling, dan luas terendah. Nilai rerata tersebut berturut – turut yaitu 297,7 \pm μm ; 894,9 μm ; 52114,4 μm^2 .

3.2.3. Hasil Pengukuran Standar Internal Pasca Digesti

Hasil pengukuran standar internal polimer mikroplastik pasca digesti dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Pengukuran Standar Internal Pasca Digesti

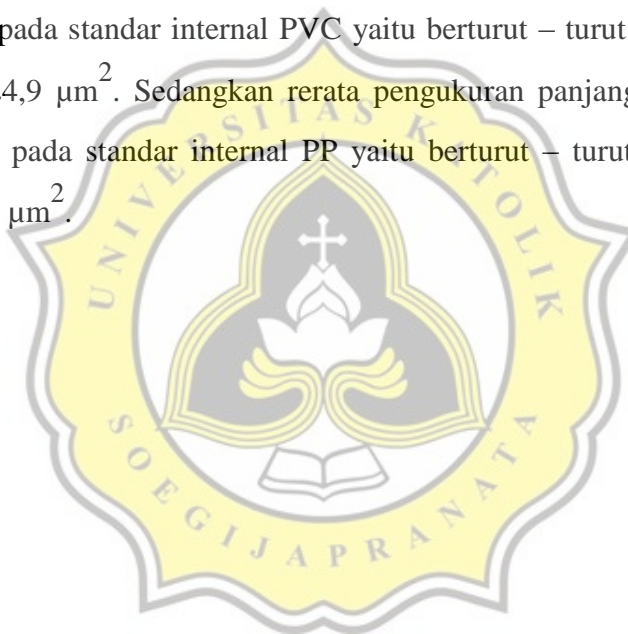
Jenis Polimer	Jumlah (partikel)	Panjang (μm)	Keliling (μm)	Luas (μm^2)
PE	6,2 \pm 1,9 (4-9)	193,2 \pm 93,9 (72,1 - 418,8)	617,9 \pm 259,3 (3012,0 - 1408,8)	27339,0 \pm 22584,0 (4818,3 -109872,8)
PP	3,6 \pm 2,1608,5 \pm 386,5 (2-7)	1608,5 \pm 386,5 (85,4 - 1277,2)	2239,1 \pm 1951,9 (414,2 - 8819,1)	182364,5 \pm 276070,8 10551,2 - 1184996,6)
PS	7,2 \pm 1,5 (5–9)	1123,7 \pm 438,5 (160,2-1798,8)	3788,8 \pm 1794,0 (394,9 - 9408,7)	492559,1 \pm 377608,7 (11693,4-2046748,9)

Tabel 12. Hasil Pengukuran Standar Internal Pasca Digesti (lanjutan)

PVC	8,8 ± 1,1 (7 - 10)	1199,5 ± 487,3 (125,3 - 1997,1)	4164,2 ± 1530,6 (1003,7- 7735,3)	793725,0 ± 404397,2 (64972,2-1687998,4)
-----	-----------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--

Keterangan : semua nilai adalah rerata ±SD dan *range*

Berdasarkan Tabel 12. dapat dilihat bahwa partikel mikroplastik yang paling banyak hilang selama proses adalah standar internal PP dengan rata – rata 3,6 partikel. Kemudian diikuti oleh standar internal PE, PS, dan PVC. Standar internal PVC merupakan partikel mikroplastik yang tidak banyak hilang dengan rata – rata 8,8 partikel. Setelah mengalami proses digesti, rerata pengukuran panjang, keliling, dan luas terbesar diperoleh pada standar internal PVC yaitu berturut – turut sebesar 1199,5 μm ; 4164,2 μm ; 793724,9 μm^2 . Sedangkan rerata pengukuran panjang, keliling, dan luas terendah diperoleh pada standar internal PP yaitu berturut – turut sebesar 193,2 μm ; 617,9 μm ; 27339,0 μm^2 .



3.2.4. Perubahan Ukuran Standar Internal

Perubahan ukuran standar internal selama digesti dalam sampel ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Perubahan Ukuran Standar Internal

Jenis Polimer	Panjang (μm)		Keliling (μm)		Luas (μm^2)	
	Awal	Pasca Digesti	Awal	Pasca Digesti	Awal	Pasca Digesti
PE	297,7 \pm 105,6 ^a	193,2 \pm 93,9 ^b	894,9 \pm 345,1 ^a	617,9 \pm 259,3 ^b	52114,4 \pm 40029,2 ^a	27339,0 \pm 22584,0 ^b
	132,5-699,9	72,1 - 418,8	451,4 - 269,3	302,0 - 408,8	12313,0 - 48485,6	4818,3-109872,8
PP	750,6 \pm 257,5 ^a	608,5 \pm 386,5 ^a	2471,7 \pm 901,1 ^a	2239,1 \pm 1951,9 ^a	157610,7 \pm 65921,4 ^a	182364,5 \pm 276070,8 ^a
	360,2 - 435,6	85,4 - 1277,2	1153,5 - 5127,1	414,2 - 8819,1	49755,2 - 370318,1	10551,2 -1184996,6
PS	1224,5 \pm 361,5 ^a	1123,7 \pm 438,5 ^a	3884,3 \pm 1374,5 ^a	3788,8 \pm 1794,0 ^a	498882,4 \pm 288724,5 ^a	492559,1 \pm 377608,7 ^a
	497,8- 1970,8	160,2 - 1798,8	1549,9 - 7175,9	394,9 - 9408,7	7254,1 - 1192343,7	11693,4 - 2046748,9
PVC	1343,2 \pm 409,2 ^a	1199,5 \pm 487,3 ^a	4572,9 \pm 1452,2 ^a	4164,2 \pm 1530,6 ^a	863612,8 \pm 364535,2 ^a	793724,9 \pm 404397,2 ^a
	585,4 -2337,9	125,3 - 1997,9	1879,4 -7947,4	1003,7 - 7735,3	194645,4 -1584499,8	64972,2 - 1687998,4

Keterangan : semua nilai adalah rerata \pm SD dan *range*

Berdasarkan pada Tabel 13 di atas dapat diketahui bahwa terjadi perubahan panjang, keliling, dan luas pasca digesti. Pada pengukuran panjang dan keliling semua jenis polimer standar internal mengalami perubahan ukuran rerata menjadi lebih kecil daripada ukuran awal sebelum digesti. Akan tetapi pada pengukuran luas, standar internal berjenis PP mengalami perubahan ukuran rerata menjadi lebih besar daripada ukuran awal sebelum digesti. Nilai pengukuran panjang, keliling, dan luas terbesar diperoleh pada standar internal PVC, sedangkan nilai terendah diperoleh pada standar internal PE. Selain itu, tidak terdapat perbedaan yang nyata pada perubahan panjang, keliling, serta luas sebelum dan pasca digesti polimer PP, PS, dan PVC. Sedangkan pada perubahan panjang, keliling, serta luas sebelum dan pasca digesti polimer PE terdapat perbedaan yang nyata.

3.2.5. Identifikasi Standar Internal Pasca Digesti

Identifikasi standar internal polimer mikroplastik pasca digesti dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Identifikasi Standar Internal Pasca Digesti

Jenis Polimer	Skor Kemiripan
PE	869,0 ± 28,1 (820 - 915)
PP	850,8 ± 45,1 (787 - 933)
PS	839,6 ± 56,4 (722 - 927)
PVC	823,3 ± 59,6 (616 - 914)

Keterangan : semua nilai adalah rerata ±SD dan *range*


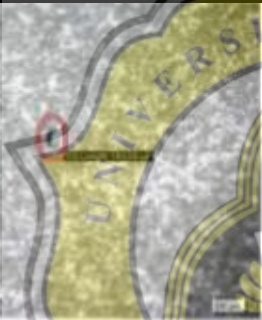
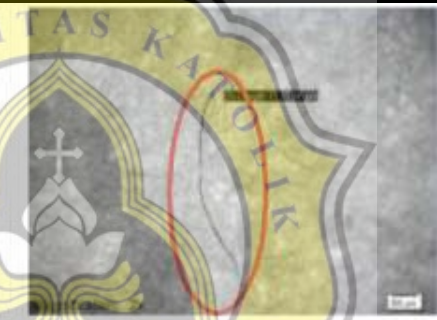
Berdasarkan Tabel 14 di atas dapat dilihat bahwa hasil skor kemiripan yang diperoleh setiap jenis standar internal berbeda – beda. Semua jenis standar internal memiliki skor kemiripannya diatas 600, dengan *range* 616 – 933. Rerata tertinggi diperoleh standar internal PE yaitu 869,0, sedangkan rerata terendah diperoleh standar internal PVC yaitu sebesar 823,3.





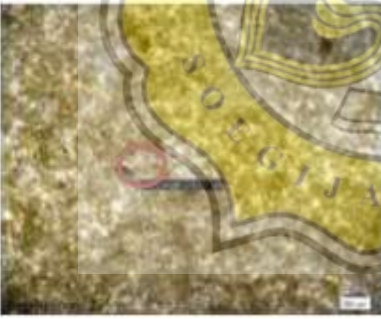

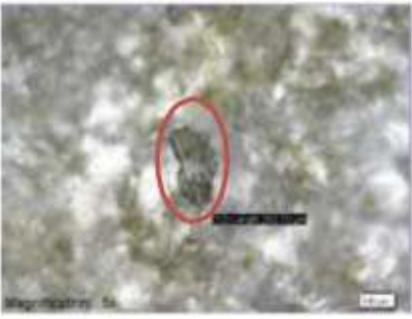
3.2.6. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Ikan Bandeng

PSM yang ditemukan dalam blanko, kontrol, dan sampel ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 15.



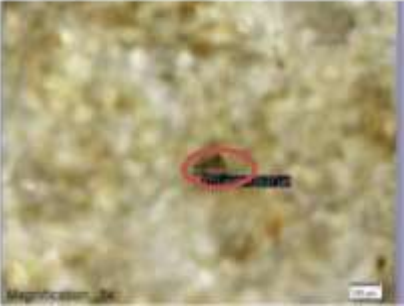
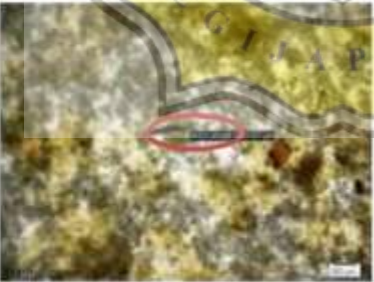
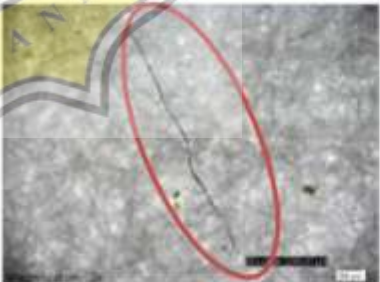
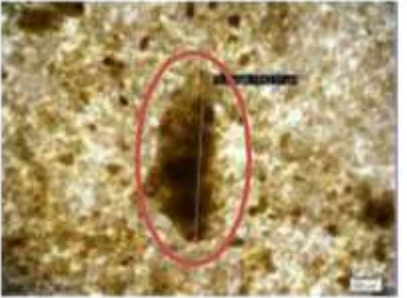
Tabel 15. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Ikan Bandeng

Sampel	Bentuk PSM (partikel/organisme)			
	—	<i>Fragment</i>	<i>Fiber</i>	<i>Film</i>
Gambar				-
Blanko				
Jumlah (partikel)		10	31	0
Rerata±SD		229,4 ± 158,7	1288,2 ± 971,1	0
<i>Range</i> (partikel/organisme)		(45,1 - 515,4)	(201,3 - 3705,8)	0

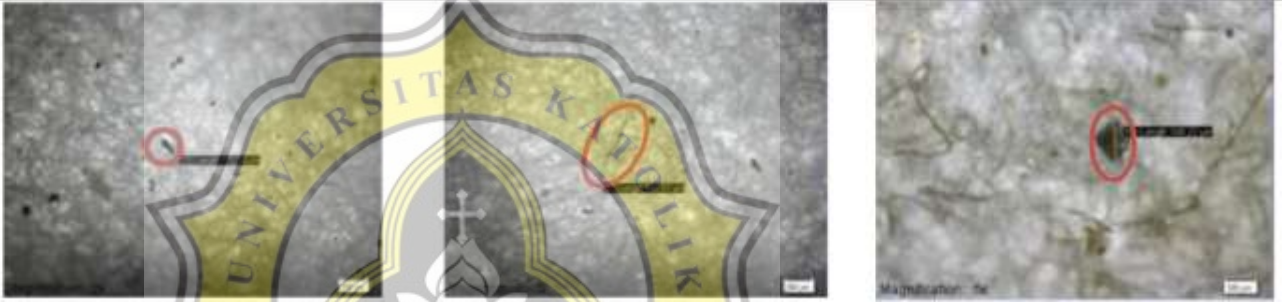
Tabel 15. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Ikan Bandeng (lanjutan)

Kontrol	Gambar				
		Jumlah (partikel)	74	63	0
		Rerata±SD	144,8 ± 145,3	1205,3 ± 881,0	0
		Range (partikel/organisme)	(27,6 - 1067,2)	(120,1 - 3823,6)	0
S1	Gambar				
		Jumlah (partikel)	50	76	5
		Rerata±SD	164,4 ± 112,2	1150,7 ± 849,9	211,1 ± 127,3
		Range(partikel/organisme)	(30,8 - 513,1)	(92,8 - 3700,6)	(90,6 - 389,4)

Tabel 15. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Ikan Bandeng (lanjutan)

S2	Gambar			
	Jumlah (partikel)	70	49	3
	Rerata±SD	154,9 ± 154,5	1166,5 ± 1151,6	628,9 ± 507,4
	Range (partikel/organisme)	(34,8 – 1302,1)	(133,8 - 6212,9)	(129,4 - 1143,9)
S3	Gambar			

Tabel 15. PSM dalam Blanko, Kontrol, dan Sampel Ikan Bandeng (lanjutan)

Jumlah (partikel)	44	38	1
Rerata±SD	201,1 ± 139,4	996,5 ± 616,4	1542,5 ± 0
<i>Range</i> (partikel/organisme)	(50,4 – 858,7)	(76,1 - 2357,9)	(1542,5 - 1542,1)
Gambar S4			
Jumlah (partikel)	79	49	3
Rerata±SD	156,4 ± 98,3	1153,7 ± 989,1	209,0 ± 80,3
<i>Range</i> (partikel/organisme)	(47,1 – 713,4)	(162,6 -4651,9)	(148,2 – 300,0)

Keterangan :

- S1 : sampel ikan bandeng yang telah ditambahkan standar internal berjenis PE
 S2 : sampel ikan bandeng yang telah ditambahkan standar internal berjenis PP
 S3 : sampel ikan bandeng yang telah ditambahkan standar internal berjenis PS
 S4 : sampel ikan bandeng yang telah ditambahkan standar internal berjenis PVC

Pada Tabel 15 di atas dapat dilihat bahwa larutan blanko, kontrol, dan 4 standar internal yang sengaja ditambahkan telah tercemar mikroplastik. PSM yang ditemukan berbentuk *fragment*, *fiber*, dan *film*. Jumlah *fragment*, *fiber*, dan *film* yang ditemukan berturut – turut

yaitu 327 partikel, 306 partikel, dan 12 partikel. Selain itu, *range* ukuran PSM berbentuk *fragment*, *fiber*, dan *film* berturut - turut berkisar antara 27,6 – 1302,1; 76,1 – 6212,9; dan 90,6 – 1542,5 partikel/organisme.

