

3. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian terdiri dari hasil penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Hasil penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 4 hingga Tabel 8. Hasil penelitian utama dapat dilihat pada Tabel 9 hingga Tabel 18.

3.1. Penelitian Pendahuluan

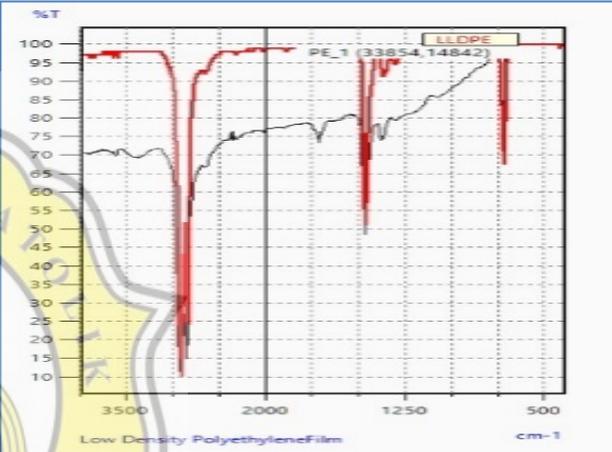
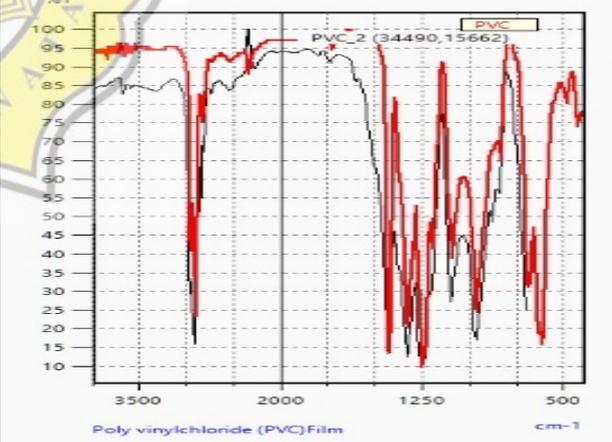
Hasil penelitian pendahuluan meliputi hasil observasi dan identifikasi standar internal mikroplastik, hasil optimasi digesti udang putih dengan larutan KOH 10%, hasil *recovery* mikroplastik PS setelah destruksi dengan larutan KOH 10%, perubahan panjang (%) mikroplastik PS setelah destruksi dengan larutan KOH 10%, dan hasil konfirmasi spektra PS setelah proses destruksi.

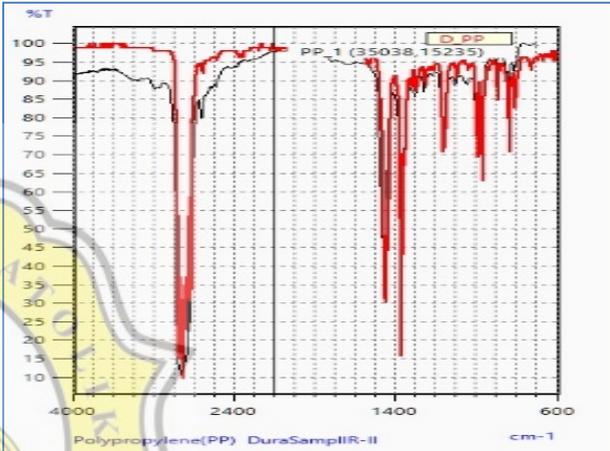
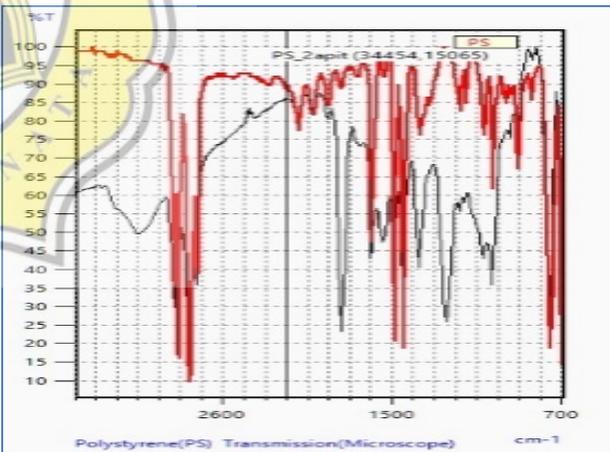
3.1.1. Hasil Observasi dan Identifikasi Standar Internal Mikroplastik

Hasil observasi dan identifikasi standar internal mikroplastik yang akan ditambahkan ke dalam sampel udang putih untuk proses digesti dapat dilihat pada Tabel 4.



Tabel 4. Hasil observasi dan identifikasi standar internal mikroplastik

Jenis standar internal mikroplastik	Sumber	Gambar bahan awal	Gambar standar internal mikroplastik	Skor FTIR	Spektrum standar internal mikroplastik VS <i>Standard</i>	Ukuran (μm)
<i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>	Lulur Purbasari			878		345,138
<i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>	Pipa Paralon			904		742,078

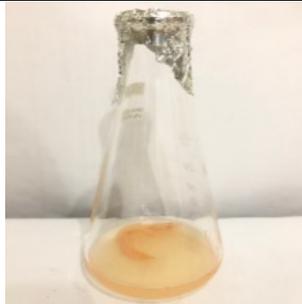
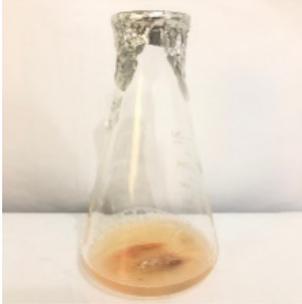
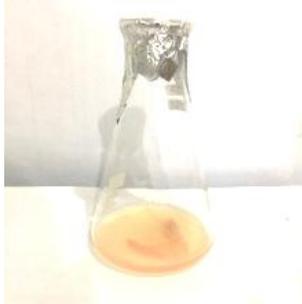
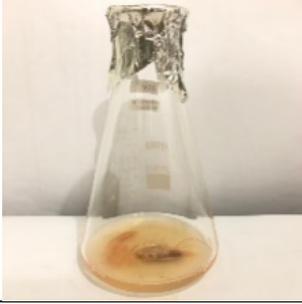
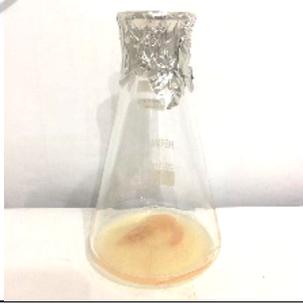
Jenis standar internal mikroplastik	Sumber	Gambar bahan awal	Gambar standar internal mikroplastik	Skor FTIR	Spektrum standar internal mikroplastik VS <i>Standard</i>	Ukuran (μm)
<i>Polypropylene</i> (PP)	Gelas <i>Cup</i> Plastik			846		503,397
<i>Polystyrene</i> (PS)	Gabus			904		784,05

Berdasarkan Tabel 4, jenis standar internal mikroplastik yang digunakan adalah PE, PP, PS, dan PVC. Terdapat 4 jenis plastik yang digunakan karena setiap plastik memiliki karakteristik yang berbeda sehingga penelitian perlu dilakukan tidak hanya pada 1 jenis plastik saja. Keempat jenis plastik ini merupakan jenis plastik yang biasa ditemukan di lautan dalam ukuran mikro (Ding *et al.*, 2018). Keempat jenis standar internal mikroplastik ini didapat dari sumber yang berbeda. PE didapat dari lulur “Purbasari” yang mengandung *microbeads* dengan bahan PE. PP didapat dari serpihan *cup* gelas plastik sekali pakai. PS didapat dari serpihan gabus. PVC didapatkan dari serpihan pipa paralon. Keempat jenis standar internal mikroplastik tersebut dianalisis menggunakan FTIR untuk dikonfirmasi spektrumnya dengan cara dibandingkan dengan spektrum standar polimer terdeteksi berdasarkan tingkat kemiripannya. Avio *et al.* (2015) menyatakan bahwa skor kesamaan polimer dengan standar yang terdapat pada *library* yang dapat diterima adalah lebih dari 60%, yakni lebih dari 600 (dari total skor 1000). Skor kesamaan dari hasil identifikasi dengan FTIR terhadap PE menunjukkan bahwa polimer yang terdeteksi adalah *low density polyethylene* (LLDPE) dengan tingkat kemiripan sebesar 878 (total skor tertinggi adalah 1000). Skor kesamaan dari hasil identifikasi dengan FTIR terhadap PP adalah *polypropylene* (PP) dengan tingkat kemiripan sebesar 846. Skor kesamaan dari hasil identifikasi dengan FTIR terhadap PS adalah *polystyrene* (PS) dengan tingkat kemiripan sebesar 904. Skor kesamaan dari hasil identifikasi dengan FTIR terhadap PVC adalah *polyvinyl chloride* (PVC) dengan tingkat kemiripan sebesar 904. Ukuran rata-rata dari keempat jenis standar internal mikroplastik tersebut juga berbeda. PE memiliki ukuran dengan rata-rata 345,138 μm . PP memiliki ukuran dengan rata-rata 503,397 μm . PS memiliki ukuran dengan rata-rata 784,05 μm . PVC memiliki ukuran dengan rata-rata 742,078 μm .

3.1.2. Hasil Optimasi Digesti Udang Putih dengan Larutan KOH 10%

Hasil uji pendahuluan digesti udang putih dengan larutan KOH 10% dengan perbandingan 1:10 (*w/v*) pada 40°C, 50°C, dan 60°C dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan hasil digesti udang putih dengan larutan KOH 10% pada berbagai suhu

Suhu digesti	Waktu digesti				
	24 jam	48 jam	72 jam	120 jam	168 jam
40°C					
50°C					
60°C					

Berdasarkan hasil uji pendahuluan pada sampel udang putih pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa pada akhir proses digesti, cangkang udang putih (kitin) belum terdigesti secara sempurna. Digesti dilakukan hingga 168 jam atau 7 hari. Semakin lama waktu digesti, semakin sedikit jaringan organik yang tersisa. Selain itu, terdapat potongan-potongan usus di dalam kitin yang masih belum terdigesti hingga akhir waktu digesti. Ketiga suhu yang berbeda menunjukkan sedikit perbedaan pada hari ke-7 terkait kejernihan sampel. Digesti udang putih dengan larutan KOH 10% pada suhu 50°C dan 60°C menghasilkan hasil akhir digesti yang lebih jernih daripada digesti pada suhu 40°C. Suhu 50°C dipilih sebagai suhu digesti udang putih pada penelitian utama supaya standar internal mikroplastik juga dapat diinkubasi dengan suhu yang lebih rendah.

3.1.3. Hasil *Recovery* Standar Internal Mikroplastik PS Setelah Destruksi dengan KOH 10%

Perbandingan hasil *recovery* standar internal mikroplastik PS setelah destruksi dengan menggunakan larutan KOH 10% perbandingan 1:10 (w/v) pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil *recovery* mikroplastik PS setelah destruksi menggunakan KOH 10%

Suhu destruksi	Waktu destruksi	Jumlah PS sebelum destruksi (partikel)	Jumlah PS setelah destruksi (partikel)	<i>Recovery</i> (%)
40°C	24 jam	10	10	100
	48 jam	10	9	90
	72 jam	10	8	80
50°C	24 jam	10	7	70
	48 jam	10	10	100
	72 jam	10	10	100
60°C	24 jam	10	10	100
	48 jam	10	8	80
	72 jam	10	8	80

Keterangan:

Data diperoleh dari 1 ulangan

Berdasarkan Tabel 6, dapat dilihat bahwa hasil *recovery* standar internal mikroplastik PS setelah destruksi menggunakan larutan KOH 10% diamati hingga 72 jam. Data *recovery* PS diambil dari uji pendahuluan destruksi standar internal PS sebanyak 1 ulangan. Hasil *recovery* terendah didapatkan pada destruksi PS pada suhu 50°C selama 24 jam yaitu

70%. Karami *et al.* (2017) juga mendapatkan nilai %*recovery* PS terendah setelah proses destruksi dengan menggunakan KOH 10% pada suhu 50°C. Suhu 40°C dan 60°C memberikan nilai *recovery* yang lebih besar terhadap PS selama destruksi 24 jam.

3.1.4. Perubahan Panjang (%) Standar Internal Mikroplastik PS Setelah Destruksi dengan KOH 10%

Perbandingan perubahan panjang (%) standar internal PS akibat destruksi menggunakan KOH 10% perbandingan 1:10 (*w/v*) pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perubahan panjang standar internal PS setelah destruksi dengan KOH 10%

Suhu destruksi	Waktu destruksi	Panjang sebelum destruksi (μm)	Panjang setelah destruksi (μm)	Δ panjang (μm)	Perubahan panjang (%)
40°C	24 jam	997,35	954,39	42,96	-4,31
	48 jam	1018,37	961,88	56,49	-5,55
	72 jam	780,58	575,80	204,78	-26,23
50°C	24 jam	784,05	733,47	50,58	-6,45
	48 jam	863,89	852,52	11,37	-1,32
	72 jam	895,75	833,75	62,00	-6,92
60°C	24 jam	730,30	728,87	1,43	-0,20
	48 jam	934,92	825,70	109,22	-11,68
	72 jam	839,87	816,40	23,47	-2,79

Keterangan:

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata yang diperoleh dari 1 ulangan

Tanda - menunjukkan adanya pengecilan ukuran panjang setelah destruksi

Tanda + menunjukkan adanya pembesaran ukuran panjang setelah destruksi

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat bahwa hasil destruksi standar internal mikroplastik PS menggunakan larutan KOH 10% diamati hingga 72 jam. Data perubahan panjang diambil dari uji pendahuluan destruksi standar internal PS sebanyak 1 ulangan. Setiap perlakuan mempengaruhi perubahan panjang standar internal. Perubahan panjang ditampilkan dalam bentuk presentase dan hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa PS mengalami pengecilan ukuran panjang yang ditandai dengan tanda (-). Perubahan panjang terbesar diperoleh setelah destruksi PS dengan KOH pada 40°C selama 72 jam yaitu -26,23% yang artinya PS mengalami pengecilan ukuran sebesar 26,23%. Pada destruksi PS dengan larutan KOH pada suhu 40°C, perubahan panjang semakin besar seiring lamanya waktu digesti. Pada suhu 50°C, perubahan panjang terbesar didapatkan pada proses destruksi selama 48 jam, yakni PS mengecil sebesar 6,92%. Hal yang sama

terjadi pada destruksi pada suhu 60°C, yakni perubahan panjang terbesar didapatkan pada proses destruksi selama 48 jam, yakni mengecil sebesar 11,70%.

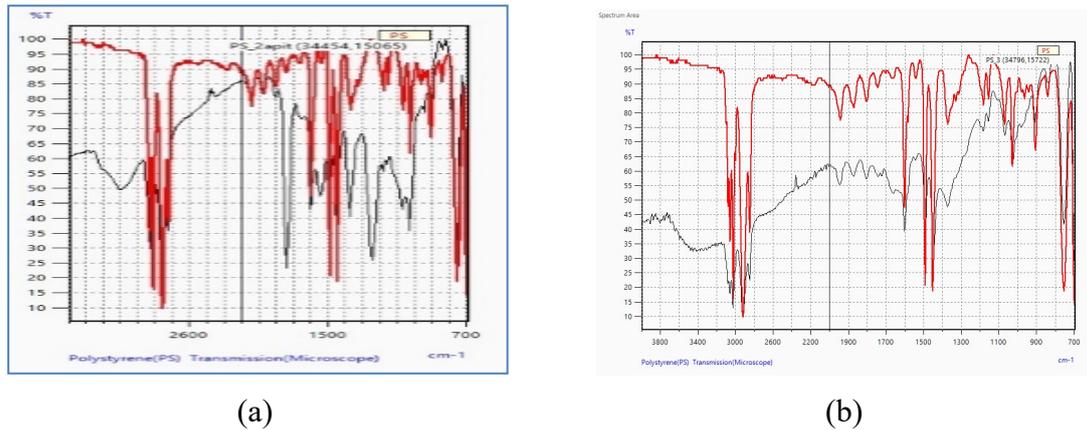
3.1.5. Konfirmasi Spektra PS Setelah Destruksi dengan KOH 10%

Hasil konfirmasi nilai spektra PS setelah destruksi menggunakan larutan KOH 10% perbandingan 1:10 (w/v) pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil konfirmasi spektra standar internal PS setelah destruksi dengan larutan KOH 10%

Suhu destruksi	Waktu destruksi	Skor FTIR
40°C	24 jam	894 – 945
	48 jam	846 – 919
	72 jam	847 – 937
50°C	24 jam	923 – 943
	48 jam	942 – 947
	72 jam	913 – 951
60°C	24 jam	938 – 948
	48 jam	898 – 949
	72 jam	935 – 949

Berdasarkan Tabel 8, rentang skor kesamaan dari hasil identifikasi dengan FTIR dari PS tergolong tinggi, di mana nilai terendah adalah sebesar 846 dan nilai tertinggi adalah sebesar 951 dari total skor sebesar 1000. Avio *et al.* (2015) menyatakan bahwa skor kesamaan polimer dengan standar yang terdapat di *library* yang dapat diterima adalah lebih dari 60%, yakni lebih dari 600 (dari total skor 1000). Hal ini menunjukkan bahwa skor kesamaan yang didapat memenuhi persyaratan tersebut. Rentang skor yang dihasilkan juga tergolong tinggi, yakni di atas 800 sehingga karakter dari PS tidak berubah secara signifikan sesuai proses destruksi dilakukan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Karami *et al.* (2017) bahwa spektra PS yang didestruksi dengan KOH pada suhu 40°C tidak mengalami perubahan yang berarti, sama halnya dengan destruksi pada suhu 50°C dan 60°C yang menghasilkan rentang skor kesamaan yang tinggi pula. Hasil spektrum konfirmasi PS sebelum dan setelah proses destruksi dengan KOH 10% dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Spektrum konfirmasi PS: (a) sebelum destruksi, (b) setelah destruksi

Sumber: Dokumentasi pribadi

3.2. Penelitian Utama

Hasil penelitian utama meliputi %*recovery* jumlah partikel standar internal mikroplastik, hasil pengukuran standar internal mikroplastik sebelum digesti, hasil pengukuran standar internal mikroplastik setelah digesti pada sampel udang putih, perubahan ukuran standar internal mikroplastik dalam sampel udang putih, konfirmasi spektra standar internal mikroplastik, identifikasi standar internal setelah digesti, dan PSM yang ditemukan dalam sampel udang putih. Hasil penelitian ini merupakan hasil digesti udang putih dengan KOH 10% perbandingan 1:10 (w/v) pada suhu 50°C selama 288 jam (12 hari) sebanyak 5 ulangan. Proses digesti tersebut menyisakan kulit luar dari udang putih, tetapi bagian dalamnya sudah terdigeri sempurna.

3.2.1. *Recovery Rate* Jumlah Partikel Standar Internal Mikroplastik

Hasil penelitian %*recovery* mikroplastik (PE, PP, PS, dan PVC) setelah dilakukan digesti pada sampel udang putih dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. *Recovery rate* standar internal mikroplastik pada sampel udang putih

Polimer	Jumlah sebelum digesti (partikel)	Jumlah setelah digesti (partikel)	<i>Recovery</i> (%)
PE	10	2,4 (1-5)	24
PP	10	5,2 (1-10)	52
PS	10	7,6 (5-10)	76
PVC	10	10 (10)	100

Keterangan:

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata dan *range*

Berdasarkan Tabel 9, dapat dilihat bahwa jumlah polimer standar internal mikroplastik setelah digesti berbeda-beda. Hal ini menyebabkan hasil *recovery* yang berbeda pula. Hasil *recovery* merupakan persen polimer yang dapat ditemukan kembali setelah proses digesti dilakukan. Polimer PE memiliki *recovery* terendah yakni 24%, sedangkan polimer PVC memiliki *recovery* tertinggi yakni 100%. Polimer PP memiliki *recovery* sebesar 52%, sedangkan polimer PS memiliki *recovery* sebesar 76%.

3.2.2. Hasil Pengukuran Standar Internal Mikroplastik Sebelum Digesti

Hasil rerata pengukuran panjang, keliling, serta luas standar internal mikroplastik (PE, PP, PS, dan PVC) sebelum ditambahkan ke dalam sampel udang putih untuk dilakukan digesti dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengukuran standar internal mikroplastik sebelum digesti

Polimer	Panjang (μm)	Keliling (μm)	Luas (μm^2)
PE	380,16 \pm 117,47	1128,85 \pm 347,66	76883,38 \pm 37541,05
PP	1066,53 \pm 331,40	3893,11 \pm 1713,23	419204,99 \pm 242599,69
PS	1087,83 \pm 312,07	3393,92 \pm 1002,49	425432,71 \pm 203461,36
PVC	1162,20 \pm 206,54	3823,40 \pm 760,93	660364,86 \pm 215681,72

Keterangan:

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi

Berdasarkan Tabel 10, dapat dilihat bahwa keempat jenis polimer standar internal mikroplastik memiliki hasil pengukuran panjang, keliling, dan luas sebelum proses digesti yang berbeda-beda. Data disajikan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi. Polimer PE memiliki ukuran terkecil, sedangkan, polimer PVC memiliki ukuran terbesar. Rerata panjang dari polimer PE yaitu 380,16 \pm 117,47 μm ; keliling sebesar 1128,85 \pm 347,66 μm ; dan luas sebesar 76883,38 \pm 37541,05 μm^2 . PP memiliki panjang rata-rata sebesar 1066,53 \pm 331,40 μm ; keliling sebesar 3893,11 \pm 1713,23 μm ; serta luas sebesar 419204,99 \pm 242599,69 μm^2 . Rerata panjang dari polimer PS yaitu 1087,83 \pm 312,07 μm ; keliling sebesar 3393,92 \pm 1002,49 μm ; dan luas sebesar 425432,71 \pm 203461,36 μm^2 . PVC memiliki panjang rata-rata sebesar 1162,20 \pm 206,54 μm ; keliling sebesar 3823,40 \pm 760,93 μm ; serta luas sebesar 660364,86 \pm 215681,72 μm^2 .

3.2.3. Hasil Pengukuran Standar Internal Mikroplastik Setelah Digesti

Hasil pengukuran panjang, keliling, dan luas standar internal (PE, PP, PS, dan PVC) setelah dilakukan digesti pada sampel udang putih dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil pengukuran standar internal mikroplastik setelah digesti

Polimer	Jumlah (partikel)	Panjang (μm)	Keliling (μm)	Luas (μm^2)
PE	2,4 \pm 1,95	391,78 \pm 141,38	1088,94 \pm 377,88	79712,30 \pm 50118,87
PP	5,2 \pm 4,02	1119,24 \pm 487,45	4438,25 \pm 2253,46	451671,22 \pm 288898,79
PS	7,6 \pm 1,82	1104,54 \pm 282,40	3295,60 \pm 964,00	394968,67 \pm 192077,56
PVC	10	1147,15 \pm 226,12	3773,23 \pm 833,64	643331,06 \pm 217828,43

Keterangan:

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi

Berdasarkan Tabel 11, dapat dilihat bahwa keempat jenis polimer standar internal mikroplastik yaitu PE, PP, PS, dan PVC memiliki hasil pengukuran panjang, keliling, dan luas setelah proses digesti yang berbeda-beda. Data disajikan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi serta *range* data. Jumlah partikel standar internal mikroplastik yang ditemukan setelah proses digesti juga berbeda. Jumlah partikel terbanyak yang dapat ditemukan adalah polimer PVC yakni 10 partikel. Jumlah partikel terkecil yang dapat ditemukan adalah polimer PE yakni 2,4 \pm 1,95 dengan rentang data 1 hingga 5 partikel. Rerata panjang dari polimer PE yaitu 391,78 \pm 141,38 μm ; keliling sebesar 1088,94 \pm 377,88 μm ; dan luas sebesar 79712,30 \pm 50118,87 μm^2 . PP memiliki panjang rata-rata sebesar 1119,24 \pm 487,45 μm ; keliling sebesar 4438,25 \pm 2253,46 μm ; serta luas sebesar 451671,22 \pm 288898,79 μm^2 . Rerata panjang dari polimer PS yaitu 1104,54 \pm 282,40 μm ; keliling sebesar 3295,60 \pm 964,00 μm ; dan luas sebesar 394968,67 \pm 192077,56 μm^2 . PVC memiliki panjang rata-rata sebesar 1147,15 \pm 226,12 μm ; keliling sebesar 3773,23 \pm 833,64 μm ; serta luas sebesar 643331,06 \pm 217828,43 μm^2 .

3.2.4. Perubahan Ukuran Standar Internal Mikroplastik Setelah Digesti

Hasil pengukuran panjang, keliling, dan luas standar internal mikroplastik (PE, PP, PS, dan PVC) sebelum dan setelah digesti dibandingkan dan dihitung besar perubahannya. Perubahan ukuran panjang standar internal pada sampel udang putih dapat dilihat pada Tabel 12. Perubahan ukuran keliling standar internal pada sampel udang putih dapat dilihat pada Tabel 13. Perubahan ukuran luas standar internal pada sampel udang putih dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 12. Perubahan panjang standar internal mikroplastik setelah digesti

Polimer	Panjang sebelum digesti (μm)	Panjang setelah digesti (μm)	Δ panjang (μm)	Perubahan panjang (%)
PE	380,16 \pm 117,47 ^a	391,78 \pm 141,38 ^a	11,61	+3,05
PP	1066,53 \pm 331,40 ^b	1119,24 \pm 487,45 ^b	52,70	+4,94
PS	1087,83 \pm 312,07 ^c	1104,54 \pm 282,40 ^c	16,71	+1,54
PVC	1162,20 \pm 206,54 ^d	1147,15 \pm 226,12 ^d	15,06	-1,30

Keterangan:

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi

Angka diikuti dengan jenis huruf berbeda: terdapat perbedaan signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$)

Tanda – menunjukkan adanya pengecilan ukuran panjang setelah digesti

Tanda + menunjukkan adanya pembesaran ukuran panjang setelah digesti

Berdasarkan Tabel 12, dapat dilihat bahwa proses digesti pada sampel udang putih tidak menyebabkan perubahan ukuran panjang secara nyata pada polimer standar internal mikroplastik. Data disajikan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi. Pemberian tanda pada hasil perubahan panjang menunjukkan jenis perubahan tersebut (membesar atau mengecil), yang dapat diartikan bahwa tanda (–) menunjukkan adanya pengecilan ukuran panjang setelah digesti, sedangkan tanda (+) menunjukkan adanya pembesaran ukuran panjang setelah digesti. Pada hasil perubahan, dapat dilihat bahwa polimer PE, PP, dan PS mengalami pembesaran panjang, namun polimer PVC mengalami pengecilan panjang. Perubahan luas terbesar didapatkan pada pengukuran PP yaitu sebesar +4,94% yang artinya luas PP membesar 4,94%. Perubahan luas terkecil didapatkan pada polimer PVC yaitu -1,30% yang artinya PVC mengalami pengecilan luas sebesar 1,30%. Hasil pengukuran panjang antar standar internal sebelum dan setelah digesti tidak berbeda nyata sehingga tidak ada perubahan ukuran panjang yang signifikan.

Tabel 13. Perubahan keliling standar internal mikroplastik setelah digesti

Polimer	Keliling sebelum digesti (μm)	Keliling setelah digesti (μm)	Δ keliling (μm)	Perubahan keliling (%)
PE	1128,85 \pm 347,66 ^a	1088,94 \pm 377,88 ^a	39,91	-3,54
PP	3893,11 \pm 1713,23 ^b	4438,25 \pm 2253,46 ^b	545,14	+14,00
PS	3393,92 \pm 1002,49 ^c	3773,23 \pm 833,64 ^c	98,32	-2,90
PVC	3823,40 \pm 760,93 ^d	3295,60 \pm 964,00 ^d	50,17	-1,31

Keterangan:

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi

Angka diikuti dengan jenis huruf berbeda: terdapat perbedaan signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$)

Tanda – menunjukkan adanya pengecilan ukuran keliling setelah digesti

Tanda + menunjukkan adanya pembesaran ukuran keliling setelah digesti

Berdasarkan Tabel 13, dapat dilihat bahwa proses digesti pada sampel udang putih menyebabkan tidak perubahan ukuran keliling pada polimer standar internal mikroplastik. Data disajikan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi. Pemberian tanda pada hasil perubahan luas menunjukkan jenis perubahan tersebut (membesar atau mengecil), yang dapat diartikan bahwa tanda (-) menunjukkan adanya pengecilan ukuran luas setelah digesti, sedangkan tanda (+) menunjukkan adanya pembesaran luas setelah digesti. Pada hasil perubahan, dapat dilihat bahwa polimer PP mengalami pembesaran ukuran keliling, namun polimer PE, PS, dan PVC mengalami pengecilan ukuran keliling. Perubahan keliling terbesar didapatkan pada pengukuran PP yaitu sebesar +14,00% yang artinya keliling PP membesar 14,00%. Perubahan keliling terkecil didapatkan pada polimer PVC yaitu -1,31% yang artinya PVC mengalami pengecilan keliling sebesar 1,31%. Hasil pengukuran keliling antar standar internal sebelum dan setelah digesti tidak berbeda nyata sehingga tidak ada perubahan ukuran keliling yang signifikan.

Tabel 14. Perubahan luas standar internal mikroplastik setelah digesti

Polimer	Luas sebelum digesti (μm^2)	Luas setelah digesti (μm^2)	Δ luas (μm^2)	Perubahan luas (%)
PE	76883,38 \pm 37541,05 ^a	79712,30 \pm 50118,87 ^a	2828,92	+3,68
PP	419204,99 \pm 242599,69 ^b	451671,22 \pm 288898,79 ^b	32466,23	+7,74
PS	425432,71 \pm 203461,36 ^c	643331,06 \pm 217828,43 ^c	30464,04	-7,16
PVC	660364,86 \pm 215681,72 ^d	394968,67 \pm 192077,56 ^d	17033,80	-2,58

Keterangan:

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi

Angka diikuti dengan jenis huruf berbeda: terdapat perbedaan signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$)

Tanda - menunjukkan adanya pengecilan ukuran luas setelah digesti

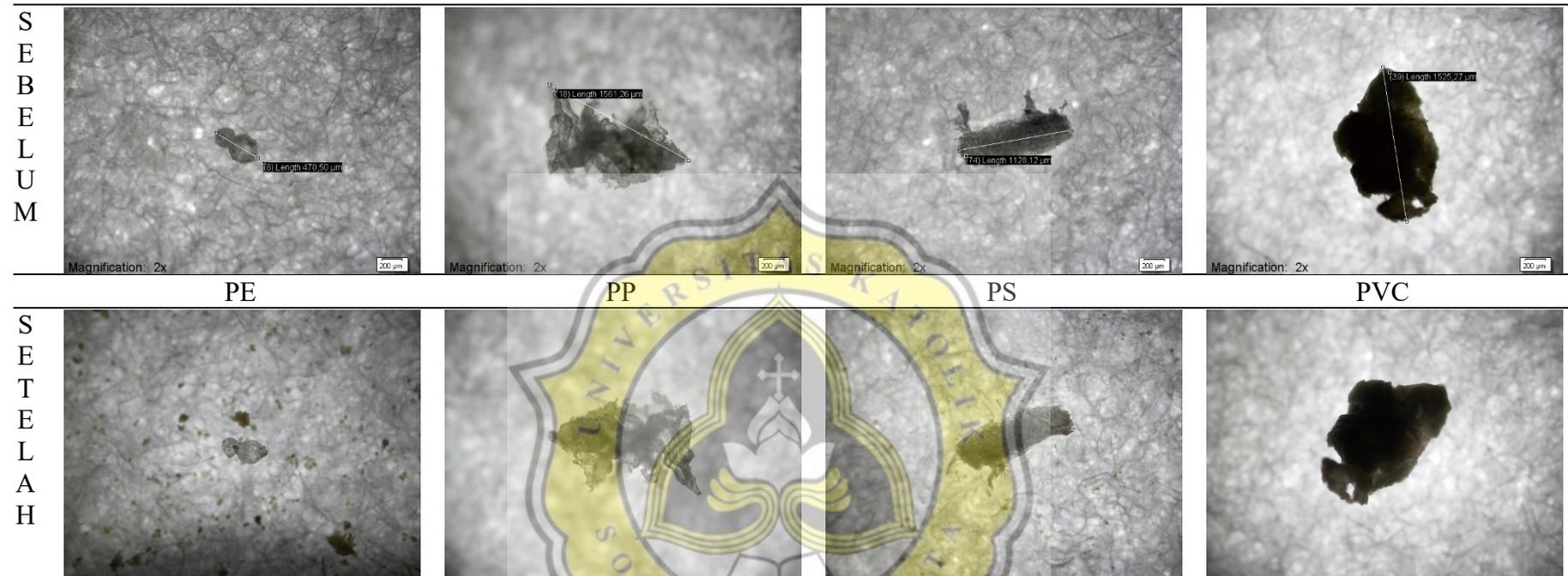
Tanda + menunjukkan adanya pembesaran ukuran luas setelah digesti

Berdasarkan Tabel 14, dapat dilihat bahwa proses digesti pada sampel udang putih tidak menyebabkan perubahan ukuran luas pada polimer standar internal mikroplastik. Data disajikan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi. Pemberian tanda pada hasil perubahan luas menunjukkan jenis perubahan tersebut (membesar atau mengecil), yang dapat diartikan bahwa tanda (-) menunjukkan adanya pengecilan ukuran luas setelah digesti, sedangkan tanda (+) menunjukkan adanya pembesaran ukuran luas setelah digesti. Pada hasil perubahan, dapat dilihat bahwa polimer PE dan PP mengalami pembesaran luas, namun polimer PS dan PVC mengalami pengecilan luas. Perubahan luas terbesar didapatkan pada pengukuran PP yaitu sebesar +7,74% yang artinya luas PP membesar

7,74%. Perubahan luas terkecil didapatkan pada polimer PVC yaitu -2,58% yang artinya PVC mengalami pengecilan luas sebesar 2,58%. Hasil pengukuran luas standar internal sebelum dan setelah digesti tidak berbeda nyata sehingga tidak ada perubahan ukuran luas yang signifikan.

Panjang, keliling, dan luas standar internal mikroplastik tidak mengalami perubahan yang signifikan akibat proses digesti pada sampel udang putih dengan KOH 10% perbandingan 1:10 (w/v) pada suhu 50°C selama 288 jam. Hasil pengukuran PVC menunjukkan terdapat pengecilan ukuran yang ditunjukkan dari hasil perubahan panjang, keliling, dan luas yang bertanda (-). Hasil pengukuran ini berbanding terbalik dengan PP yang menunjukkan adanya pembesaran ukuran pada panjang, keliling, dan luas yang ditandai dengan (+). Pada standar internal PE, panjang dan luasnya mengalami pembesaran ukuran, sedangkan kelilingnya mengecil. Pada standar internal PS, hanya hasil pengukuran panjang yang menunjukkan adanya pembesaran ukuran, sedangkan pada keliling dan luasnya menunjukkan adanya pengecilan ukuran. Namun, besar perubahan ini tidak berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95% sehingga dapat dikatakan bahwa proses digesti sampel udang putih dengan KOH 10% tidak mengubah ukuran standar internal mikroplastik. Hal ini juga menunjukkan bahwa proses digesti dengan KOH 10% tidak mempengaruhi ukuran standar internal mikroplastik. Hal ini juga dapat dilihat pada perbandingan bentuk standar internal mikroplastik sebelum dan setelah digesti pada Tabel 15.

Tabel 15. Perbandingan bentuk standar internal sebelum dan setelah digesti



Berdasarkan Tabel 15, dapat dilihat perbedaan bentuk keempat jenis polimer standar internal mikroplastik sebelum dan setelah dilakukan digesti. Pada Tabel 15, tidak terjadi deformasi standar internal yang signifikan akibat proses digesti. Setiap polimer tetap dapat mempertahankan bentuk aslinya. Hal ini menunjukkan bahwa proses digesti dengan KOH 10% tidak menyebabkan perubahan ukuran pada polimer standar internal mikroplastik.

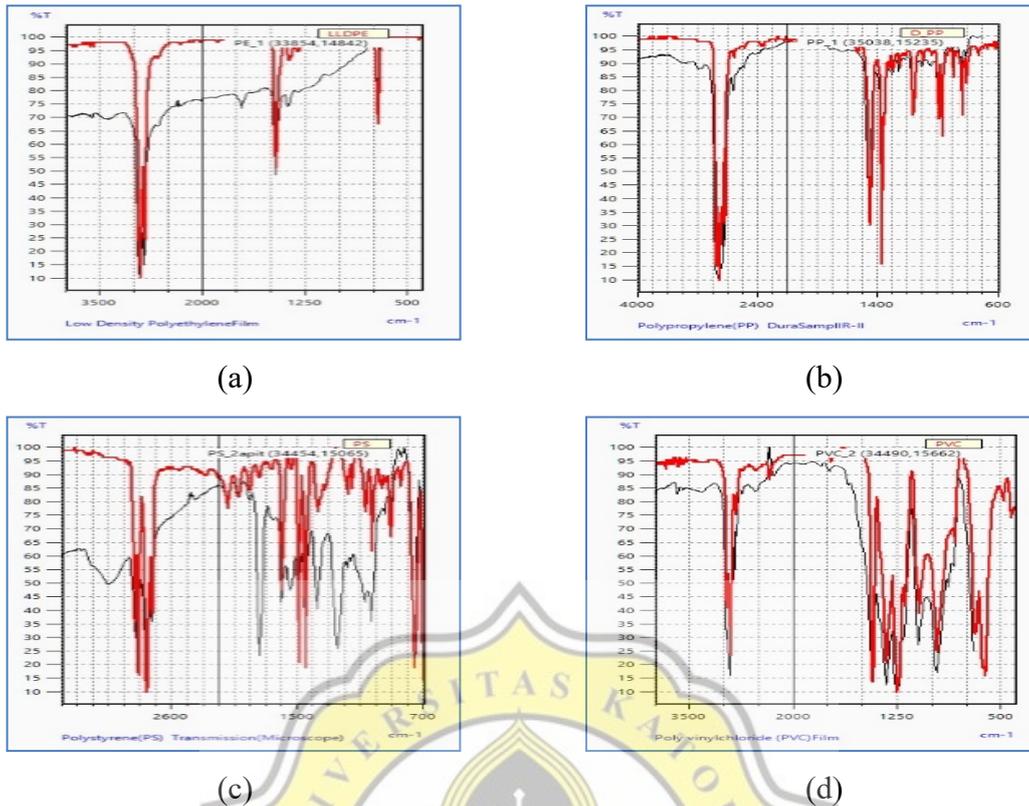
3.2.5. Konfirmasi Spektra Standar Internal Polimer Mikroplastik

Konfirmasi spektra polimer standar internal mikroplastik yaitu PE, PP, PS, dan PVC dengan menggunakan FTIR sebelum dilakukan digesti pada sampel dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Konfirmasi polimer standar internal mikroplastik

Polimer	Score	Library	Name	Comment
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

Berdasarkan Tabel 16, dapat dilihat hasil konfirmasi polimer standar internal mikroplastik yaitu PE, PP, PS, dan PVC. Nilai atau *score* menandakan tingkat kemiripan spektrum polimer yang diuji terhadap polimer standar pada *database* yang ada. Hasil konfirmasi polimer dengan FTIR menunjukkan bahwa standar internal mikroplastik PE memiliki skor sebesar 878 terhadap polimer LLDPE yakni *low density polyethylene*. Polimer standar internal mikroplastik PP memiliki skor sebesar 846 dengan polimer D_PP yang merupakan *polypropylene*. Standar internal mikroplastik jenis PS memiliki skor sebesar 904 dengan polimer PS yaitu *polystyrene*. Standar internal mikroplastik PVC memiliki skor sebesar 904 dengan polimer PVC yang merupakan *polyvinyl chloride*. Pada Gambar 18, dapat dilihat spektrum polimer yang diuji ketika dibandingkan dengan spektrum standar dari polimer yang memiliki kemiripan tertinggi. Garis warna hitam menunjukkan spektrum dari polimer yang diuji, sedangkan garis warna merah menunjukkan spektrum standar dari polimer termirip dengan yang diuji dari *database*. Spektrum polimer standar internal sebelum digesti dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Spektrum konfirmasi standar internal sebelum digesti: (a) PE, (b) PP, (c) PS, (d) PVC

Sumber: Dokumentasi pribadi

3.2.6. Identifikasi Polimer Standar Internal Mikroplastik Setelah Digesti

Identifikasi polimer standar internal mikroplastik yaitu PE, PP, PS, dan PVC dengan menggunakan FTIR setelah dilakukan digesti pada sampel udang putih dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Identifikasi polimer standar internal mikroplastik setelah digesti

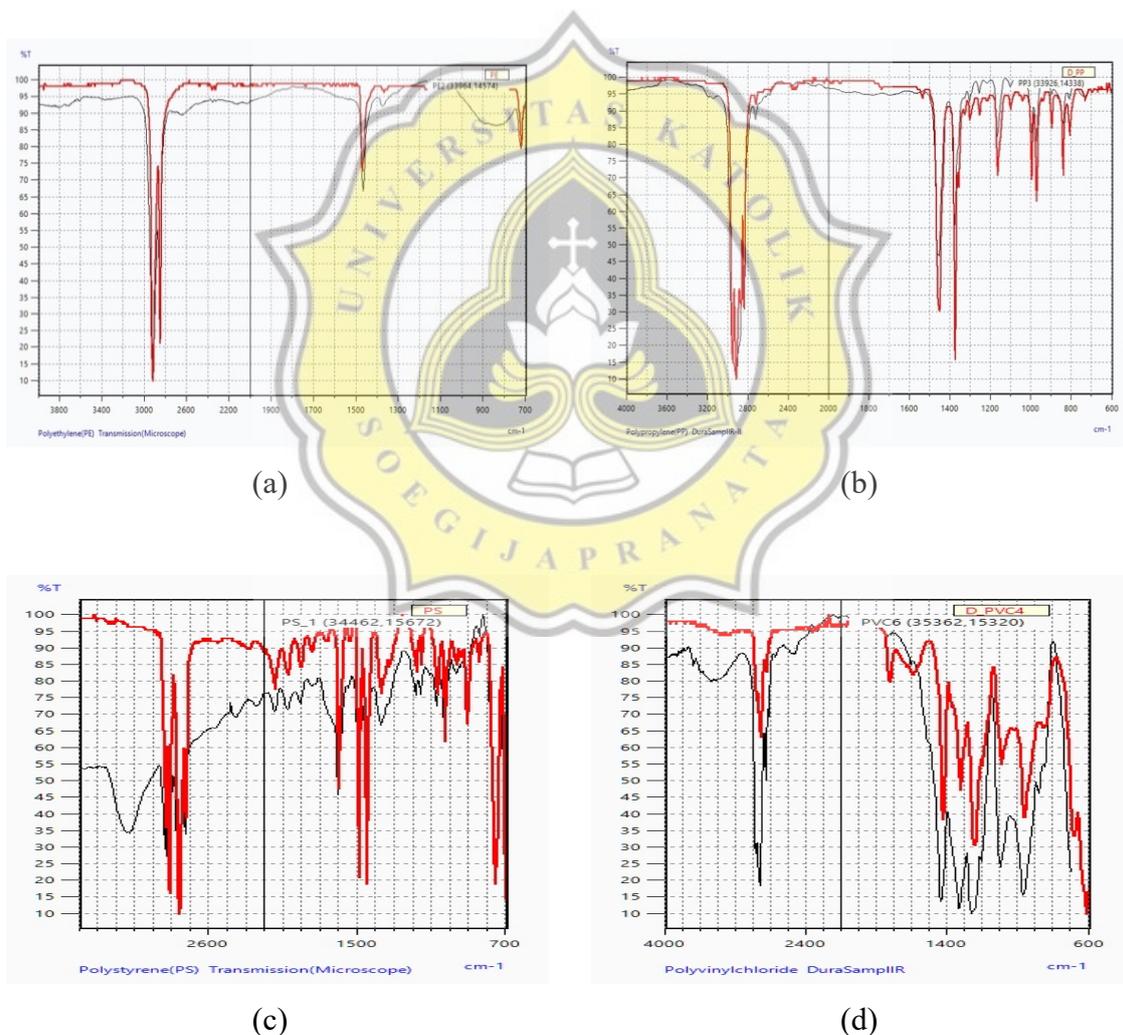
Polimer	Tingkat Kemiripan
PE	888,17±18,98
PP	823,54±46,58
PS	919,16±18,27
PVC	838,60±49,92

Keterangan:

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata ± standar deviasi

Berdasarkan Tabel 17, dapat dilihat tingkat kemiripan dari identifikasi polimer standar internal mikroplastik setelah digesti. Data disajikan dalam rata-rata ± standar deviasi.

Polimer mikroplastik PE memiliki tingkat kemiripan yaitu $888,17 \pm 18,98$ dengan *range* sebesar 852-906. Polimer mikroplastik PP memiliki tingkat kemiripan sebesar $823,54 \pm 46,58$ dengan *range* yakni 730-942. Polimer mikroplastik PS memiliki tingkat kemiripan sebesar $919,16 \pm 18,27$ dan *range* yaitu 863-944. Polimer mikroplastik PVC memiliki tingkat kemiripan yakni $838,60 \pm 49,92$ dengan *range* sebesar 716-903. Avio *et al.* (2015) menyatakan bahwa skor kesamaan polimer dengan standar yang terdapat di *library* yang dapat diterima adalah lebih dari 60%, yakni lebih dari 600 (dari total skor 1000). Hal ini menunjukkan bahwa skor kesamaan polimer standar internal mikroplastik yang didapat memenuhi persyaratan tersebut. Spektrum polimer mikroplastik setelah digesti dapat dilihat pada Gambar 23.



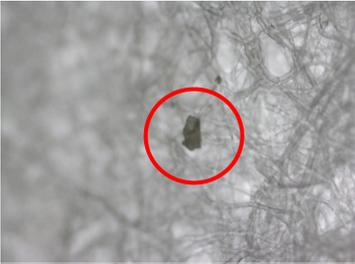
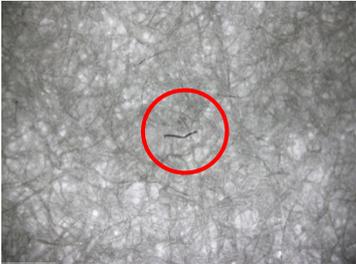
Gambar 23. Spektrum konfirmasi standar internal setelah digesti: (a) PE, (b) PP, (c) PS, (d) PVC

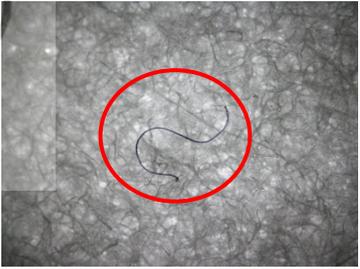
Sumber: Dokumentasi pribadi

3.2.7. Particle Suspected as Microplastic (PSM) dalam Sampel Udang Putih

Hasil rerata jumlah dan panjang *particle suspected as microplastic* (PSM) yang ditemukan pada sampel udang putih setelah digesti dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. *Particle suspected as microplastic* (PSM) dalam sampel udang putih

Sampel	Keterangan	Fragmen	Fiber	
Blanko	Gambar			
		(Perbesaran 100x)	(Perbesaran 40x)	
		\bar{x} jumlah (partikel)	2,2	0,6
		Range jumlah (partikel)	(0-5)	(0-2)
\bar{x} panjang \pm SD (μm)	112,10 \pm 59,97	610,66 \pm 238,60		
Kontrol	Gambar			
		(Perbesaran 40x)	(Perbesaran 100x)	
		\bar{x} jumlah (partikel)	2	1
		Range jumlah (partikel)	(1-3)	(0-3)
\bar{x} panjang \pm SD (μm)	206,93 \pm 165,56	803,11 \pm 960,78		
Sampel 1	Gambar			
		(Perbesaran 40x)	(Perbesaran 40x)	
		\bar{x} jumlah (partikel)	1,2	2,2
		Range jumlah (partikel)	(0-2)	(0-5)
\bar{x} panjang \pm SD (μm)	177,19 \pm 147,79	1359,98 \pm 655,05		

Sampel	Keterangan	Fragmen	Fiber	
Sampel 2	Gambar			
		(Perbesaran 40x)	(Perbesaran 40x)	
		\bar{x} jumlah (partikel)	3,4	1,4
		Range jumlah (partikel)	(1-7)	(1-2)
	\bar{x} panjang \pm SD (μm)	325,17 \pm 209,87	1166,46 \pm 704,24	
Sampel 3	Gambar			
		(Perbesaran 100x)	(Perbesaran 40x)	
		\bar{x} jumlah (partikel)	2,4	2,6
		Range jumlah (partikel)	(0-7)	(0-4)
	\bar{x} panjang \pm SD (μm)	303,57 \pm 363,42	1178,89 \pm 705,87	
Sampel 4	Gambar			
		(Perbesaran 40x)	(Perbesaran 40x)	
		\bar{x} jumlah (partikel)	2,2	2,4
		Range jumlah (partikel)	(1-5)	(1-4)
	\bar{x} panjang \pm SD (μm)	183,77 \pm 132,57	860,19 \pm 604,55	

Keterangan:

Sampel 1 = sampel + PE

Sampel 2 = sampel + PP

Sampel 3 = sampel + PS

Sampel 4 = sampel + PVC

Pada Tabel 18, dapat dilihat bahwa dalam sampel udang putih terkandung PSM. Jumlah PSM yang ditemukan juga bervariasi dan memiliki panjang yang berbeda-beda. Bentuk PSM yang banyak paling banyak ditemukan adalah bentuk fragmen dan *fiber*. Bentuk *pellet* jarang ditemukan di dalam sampel. Rerata jumlah PSM bentuk fragmen terbanyak didapatkan pada sampel 2 (sampel + PP) yakni 3,4; sedangkan rerata jumlah PSM bentuk *fiber* terbanyak diperoleh pada sampel 3 (sampel + PS) yakni sebesar 2,6. Hal ini menunjukkan bahwa dalam udang putih terkandung mikroplastik, yang artinya udang putih juga mencerna mikroplastik. Devriese *et al.* (2015) menyatakan bahwa dalam udang terkandung mikroplastik sebesar $1,23 \pm 0,99$ mikroplastik per udang.

