

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan ( Research and Development / R& D ) dengan produk berupa kondensor alur sepiral pada alat distilasi pengolahan limbah sampah menjadi bahan bakar.

##### **4.1.1 Proses pirolisis**

Pemurnian hasil pirolisis plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *Polipropilena* (PP) dan *polystiren* (PS). dilakukan dengan menggunakan destilasi untuk mengurangi kadar abu dan lilin dalam produk bahan bakar. Oleh karena itu titik berat, ulasan ini adalah pengaruh temperatur pada hasil pirolisis untuk memisahkan produk cair dalam kondisi vakum untuk meminimalkan oksigen memasuki reaktor dan pada kondisi vakum uap organik lebih cepat meninggalkan reaktor, sehingga mengurangi waktu tinggal uap dan membuat pergeseran penguapan ke daerah temperatur yang lebih rendah, sehingga menurunkan

temperatur uap rata – rata. Hal ini menciptakan kondisi perpindahan massa yang lebih menguntungkan dan memperoleh hasil cair yang tinggi.

#### 4.1.2 Hasil pengambilan data

Berikut ada tiga jenis type plastik yang di uji yaitu : plastik *Polietilane Tereftalat (PET)* dan plastik *Polipropilane (PP)* dan plastik *Polistiren (PS)*.

**Tabel 4.1** hasil dari pirolisis plastik dengan sistem destilasi.

| Type plastik                        | Berat plastik | Temperatur | waktu       | Hasil uji |
|-------------------------------------|---------------|------------|-------------|-----------|
| <i>Polietilane Tereftalat (PET)</i> | 1 kg          | 160°C      | 90<br>menit | 40 ml     |
| <i>Polipropilane (PP)</i>           | 1 kg          | 180°C      | 90<br>menit | 100 ml.   |
| <i>Polistiren (PS)</i>              | 1 kg          | 100°C      | 90<br>menit | 20 ml     |

Pengujian dan penelitian ini dilakukan pada tanggal 20 november 2019, mesin destilasi sampah plastik. Pengujian di bedakan atas pengujian dengan air dan pengujian menggunakan sampah plastik. Pengujian dengan

air, ini di tujukan untuk mengetahui cara kerja mesin ini sebelum di gunakan untuk pengujian dengan plastik.

#### **4.1.3 Hasil percobaan**

Setelah melakukan percobaan mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis dari masing – masing jenis sampah *Polietilane Tereftalat (PET)* dan kemasan botol air mineral *Polipropilane (PP)* dan *Polistiren (PS)* dengan massa 1000 gr, pengamatan juga di lakukan dengan mecatat kenaikan suhu pemanasan setiap 3 menit. Proses pirolisis berakhir di tandai kran pada pipa kondensor tidak mengeluarkan cairan minyak, maka di dapatkan hasil tabel 4.2 dan tabel 4.3 dan tabel 4.4 sebagai berikut :

#### **4.1.4 Sampah plastik jenis *Polietilane Tereftalat (PET)***

Sampah plastik di jadikan pengujian adalah sampah plastik jenis plastik *Polietilane Tereftalat (PET)* dan plastik *Polipropilane (PP)* dan plastik *Polistiren (PS)*. Setiap pengujian plastik di bakar adalah 1 kg dalam waktu 90 menit.

#### 4.1.5 Plastik jenis *Polietilane Tereftalat (PET)*

*Polietilane Tereftalat (PET)*. Jenis material ini akan mencair saat pemanasan pada temperatur 120°C, mempunyai sifat permeabilitasnya yang rendah serta sifat – sifat mekanik nya yang baik. Adapun kegunaan material ini umumnya botol plastik yang jernih atau tebus pandang dan hanya untuk sekali pakai. Dalam kehidupan sehari – hari plastik jenis PET dapat di temukan pada botol , minuman mineral dengan kode 1, bahwa plastik jenis PET di sarankan hanya di gunakan untuk sekali pakai.



**Gambar 4.1** Berat plastik jenis *Polietilane Tereftalat (PET)*

Tabel 4.2      **Data hasil percobaan plastik jenis**  
***Polietilene Tereftalat (PET)***

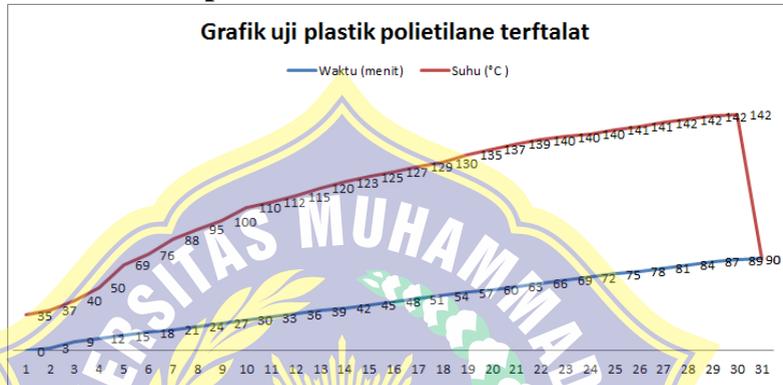
| No | Waktu ( menit ) | Suhu ( °C) | Keterangan                     |
|----|-----------------|------------|--------------------------------|
| 1  | 0               | 35         | -                              |
| 2  | 3               | 37         | -                              |
| 3  | 9               | 40         | -                              |
| 4  | 12              | 50         | -                              |
| 5  | 15              | 69         | Keluar asap                    |
| 6  | 18              | 76         | Keluar asap                    |
| 7  | 21              | 88         | Keluar asap                    |
| 8  | 24              | 95         | Keluar asap                    |
| 9  | 27              | 100        | Keluar asap                    |
| 10 | 30              | 110        | -                              |
| 11 | 33              | 112        | -                              |
| 12 | 36              | 115        | -                              |
| 13 | 39              | 120        | Keluar tetesan minyak          |
| 14 | 42              | 123        | Keluar tetesan minyak          |
| 15 | 45              | 125        | Keluar tetesan minyak          |
| 16 | 48              | 127        | Keluar tetesan minyak          |
| 17 | 51              | 129        | Keluar tetesan minyak          |
| 18 | 54              | 130        | Keluar tetesan minyak          |
| 19 | 57              | 135        | Keluar tetesan minyak<br>cepat |
| 20 | 60              | 137        | Keluar tetesan minyak<br>cepat |
| 21 | 63              | 139        | Keluar tetesan minyak<br>cepat |
| 22 | 66              | 140        | Keluar tetesan minyak<br>cepat |

|                            |    |     |                                  |
|----------------------------|----|-----|----------------------------------|
| 23                         | 69 | 140 | Tetesn minyak melambat           |
| 24                         | 72 | 140 | Tetesn minyak melambat           |
| 25                         | 75 | 141 | Tetesn minyak melambat           |
| 26                         | 78 | 141 | Tetesn minyak melambat           |
| 27                         | 81 | 142 | Tetesn minyak melambat           |
| 28                         | 84 | 142 | Tetesn minyak jarang keluar      |
| 30                         | 87 | 142 | Tetesn minyak jarang keluar      |
| 31                         | 90 | 142 | Tetesn minyak sudah tidak keluar |
| <b>Hasil cairan minyak</b> |    |     | <b>40 ml</b>                     |

Data tabel 4.1 dapat di jelaskan pada menit ke – 18 mengeluarkan asap dengan temperatur 69°C selama 3 menit. Saat menit ke – 15 samapi menit ke – 27 pipa kran dari kondensor tidak mengeluarkan asap lagi, berselang 9 menit kemudian pipa kran mengeluarkan cairan minyak pada menit ke – 39 dengan temperatur menunjukan 120°C, tetesan minyak keluar agak cepat di menit ke – 37 dengan temperatur 135°C, berselang 12 menit kemudian pipa kran tetesan minyak yang mulai melambat, di menit ke – 84 dengan temperatur 142°C tetesan minyak jarang keluar, pada menit ke – 90 dengan temperatur 142°C tetesan

minyak sudah tidak keluar. Hasil cairan minyak dari pirolisis dapat di lihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.

#### 4.1.6 Grafik proses kenaikan suhu



Gambar 4.2 Grafik uji plastik type polyetilane Terftalat (PET). yang di jelaskan pada tabel 4.2

#### 4.1.7 Suhu Pada Termocouple.



Gambar 4.3 Suhu temperatur plastik jenis Polietilane Tereftalat (PET)

#### 4.1.8 Hasil Cairan Minyak



**Gambar 4.4** Hasil uji cairan plastik jenis *Polietilene Tereftalat (PET)* 40 ml.

#### 4.1.9 Kerak Sampah Plastik Jenis *Polietilene Tereftalat (PET)*



**Gambar 4.5** kerak plastik hasil uji jenis *Polietilene Tereftalat (PET)*

#### 4.1.10 Hasil uji laboratorium bahan bakar minyak plastik type Polietilena Terereftalat (PET)

Tabel 4.3 hasil uji laboratorium polietilena tereftalat (PET)

| No | Nama contoh                    | Jenis Uji                           | Hasil | Satuan            | Metode ASTM                        |
|----|--------------------------------|-------------------------------------|-------|-------------------|------------------------------------|
| 1  | Polietilena Terereftalat (PET) | <i>Densitas 15°</i>                 | 56,71 | Kg/m <sup>3</sup> | ASTM D 1298                        |
|    |                                | <i>Kinematic viscosity at 100°C</i> | 1,106 | cSt               | ASTM D 445-97                      |
|    |                                | <i>Nilai kalori</i>                 | 44,1  | Kal/g             | IK/LEL-ITS/BK                      |
|    |                                | <i>Nilai oktane</i>                 | 37,8  |                   | IKA/LEL-ITS/Octane-Cetane Analyzer |

#### 4.1.11 Pengaruh temperatur terhadap karakteristik produk bahan bakar minyak.

Bahan bakar minyak (fuel) hasil pirolisi tidak bisa langsung di gunakan sebagai bahan bakar atau sumber energi lainnya namun harus memenuhi spesifikasi standart tertentu untuk memasatkan kinerja mesin pembakaran. Spesifikasi untuk bahan bakar standar telah di terapkan oleh : ASTM /

IP atau alat instrumen yang sesuai dengan standart ASTM. Produk pirolisis plastik di anggap sebagai sumber hidrokarbon dari minyak bumi dalam bentuk produk nafta, sehingga karakteristik produk pirolisis di sesuaikan dengan produk bahan bakar minyak standart. Karakteristik bahan bakar di uraikan sebagai berikut :

#### **4.1.12 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Densitas dan °API**

Densitas adalah salah satu parameter yang menunjukan karakteristik produk yang di hasilkan. *Specific gravity* di ukur menurut standart ASTM D 1298 pada 15°. Pada Tabel 4.3.

#### **4.1.13 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Viscositas Kinematic.**

Viskositas adalah properti penting dari produk minyak. Hal ini berengaruh pada penanganan atau penyimpanan, pemompaan dan pembakaran ( termasuk pemilihan jenis burner yang di gunakan). Jika nilai viskositas kinematik rendah, itu akan mempengaruhi kualitas bahan bakar minyak, nilai kalor rendah. Viskositas kinematik di ukur menurut standart ASTM D 445-97 pada

100°C. Nilai viskositas kinematik bahan bakar di tunjukan pada Tabel 4.3.

#### **4.1.14 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai Kalori**

Salah satu sifat penting dari bahan bakar adalah nilai kalor atau nilai panas, yang di definisikan sebagai energi yang di berikan ketika unit massa bahan bakar di bakar tanpa udara yang cukup. Peraltan yang di gunakan dalam menentukan nilai kalorimeter seri 5E – C5500 digital sesuai dengan ASTM D –445-97. Nilai kalori di tunukan pada tabel 4.3.

Hasil analisis meunjukkan bahwa nilai kalori yang di hasilkan dari pirolisis limbah plastik PP adalah berada di kisaran 44 – 48 MJ / Kg. nilai – nilai ini juga mirip dengan nilai kalor bahan bakar konvensional / minyak bumi dan produk bahan bakar minyak dari pirolisis plastik yang di laporkan oleh banyak penelitian yang berada dalam kisaran 33,6 hingga 53,4 MJ / Kg tergantung pada komposisi polimer plastik. Oleh karena itu produksi bahan bakar cair dari limbah plastik menggunakan metode ini layak untuk di terapkan.

#### 4.1.15 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Nilai Octane.

Nilai oktan adalah ukuran kemampuan bahan bakar untuk menahan ‘ ketukan’. Kebutuhan oktan mesin bervariasi dengan rasio kompresi, pertimbangan geometri dan mekanik, dan kondisi pengoprasian. Semakin tinggi angka oktan, semakin besar ketahanan bahan bakar terhadap ketukan pin selama pembakaran. Kualitas anti – ketukan atau oktan seperti yang di tunjikan oleh research and motor octane number (RON dan MON). adalah properti penting dari bahan bakar. Secara umum, kualitas anti – ketukan dari bahan bakar. Secara umum, kualitas anti - ketukan dari bahan bakar dalam kondisi oprasi mesin tertentu di tentukan oleh indeks oktanya  $OI = RON - KS$  di mana K adalah konstanta untuk kondisi iti dan S adalah sensitivitas, (RON-MON), semakin tinggi indeks, oktan, semakin baik kualitas anti- ketukan bahan bakar. K sering di asumsikan 0,5 sehingga  $OI = (RON + MON) / 2$ . Pengukuran bilangan oktana dengan menggunakan alat pengukur oktan portabel kohler K88600, hasil tes setara ASTM D2699 dan D2700 untuk angka oktan gasolin dan hasil tes setara ASTM D613. Nomor oktan parameter standart di tunjukan pada tabel 4.7.

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai okatan di pengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperaur pirolisi, angka oktan lebih rendah sama hal ini disebabkan senyawa non – volatil terbentuk seperti olefin dan rantai panjang n-parafin yang meningkatkan nilai nagka setana. Sedangkan pada temperatur pirolisi rendah angka octane meningkat hal ini di sebabkan terbentuknya senyawa hidrokarbon bercabang, aromatik dan polyaromatik (kelompok aromatik, nafta dan isolkan). Anka okatan tinggi lebih baik untuk pembakaran mesin internal, tetapi kelompok aromatik tidak dapat di toleransi oleh lingkungan karena sulit terdegradasi, sehingga kandungan aromatik (40%, v/v), batas metode ASTM D 1319.

## **4.2 Pembahasan dan Hasil plastik jenis *Polipropilane***

### **4.2.1 Sampah plastik jenis *Polipropilane (PP)***

Sampah plastik di timbang terebih dahulu sebelum di masukkan pada tabung reaktor pemanas dengan massa yang sudah di tentukan dapat di lihat pada Gambar 4.3



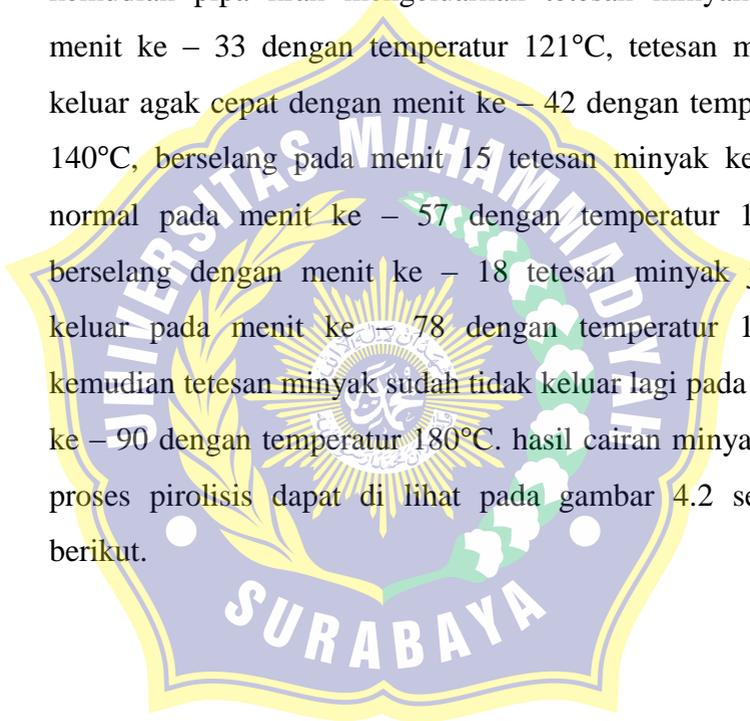
**Gambar 4.6** berat plastik jenis *Polipropilane (PP)*

**Tabel 4.4** Proses pirolisi plastik jenis *Polipropilane (PP)*

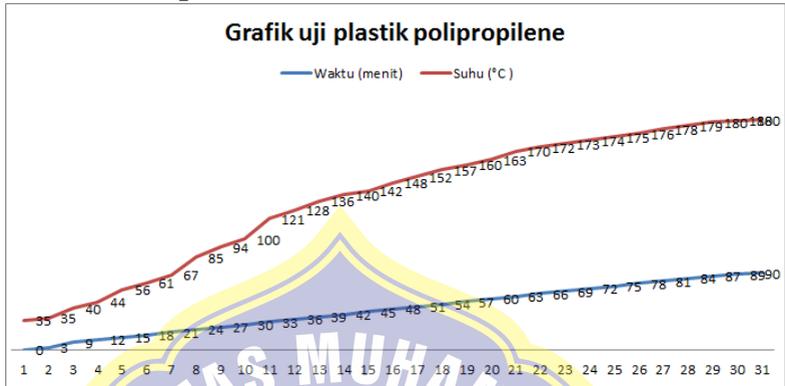
|    | <b>Waktu (menit)</b> | <b>Suhu (°C)</b> | <b>Keterangan</b>                   |
|----|----------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1  | 0                    | 35               | -                                   |
| 2  | 3                    | 35               | -                                   |
| 3  | 9                    | 40               | -                                   |
| 4  | 12                   | 44               | -                                   |
| 5  | 15                   | 56               | Keluar asap                         |
| 6  | 18                   | 61               | Keluar asap                         |
| 7  | 21                   | 67               | -                                   |
| 8  | 24                   | 85               | -                                   |
| 9  | 27                   | 94               | -                                   |
| 10 | 30                   | 100              | -                                   |
| 11 | 33                   | 121              | Keluar tetesan minyak               |
| 12 | 36                   | 128              | Keluar tetesan minyak               |
| 13 | 39                   | 136              | Keluar tetesan minyak               |
| 14 | 42                   | 140              | Keluar tetesan minyak<br>agak cepat |

|                     |    |     |                                     |
|---------------------|----|-----|-------------------------------------|
| 15                  | 45 | 142 | Keluar tetesan minyak<br>agak cepat |
| 16                  | 48 | 148 | Keluar tetesan minyak<br>agak cepat |
| 17                  | 51 | 152 | Keluar tetesan minyak<br>agak cepat |
| 18                  | 54 | 157 | Keluar tetesan minyak<br>agak cepat |
| 19                  | 57 | 163 | Keluar tetesan minyak               |
| 20                  | 60 | 160 | Keluar tetesan minyak               |
| 21                  | 63 | 170 | Keluar tetesan minyak               |
| 22                  | 66 | 172 | Keluar tetesan minyak               |
| 23                  | 69 | 173 | Keluar tetesan minyak               |
| 24                  | 72 | 174 | Keluar tetesan minyak               |
| 25                  | 75 | 175 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 26                  | 78 | 176 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 27                  | 81 | 178 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 28                  | 84 | 179 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 29                  | 87 | 180 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 30                  | 89 | 180 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 31                  | 90 | 180 | Tetes minyak sudah<br>tidak keluar  |
| Hasil cairan minyak |    |     | 100 ml                              |

Data tabel 4.2 dapat di jelaskan pada menit ke – 15 mengeluarkan asap dengan temperatur  $56^{\circ}\text{C}$  selama 6 menit. Saat menit ke – 21 sampai 30 menit pipa kran kondensor tidak mengeluarkan asap lagi, berselang 12 menit kemudian pipa kran mengeluarkan tetesan minyak pada menit ke – 33 dengan temperatur  $121^{\circ}\text{C}$ , tetesan minyak keluar agak cepat dengan menit ke – 42 dengan temperatur  $140^{\circ}\text{C}$ , berselang pada menit 15 tetesan minyak kembali normal pada menit ke – 57 dengan temperatur  $163^{\circ}\text{C}$ , berselang dengan menit ke – 18 tetesan minyak jarang keluar pada menit ke – 78 dengan temperatur  $175^{\circ}\text{C}$ , kemudian tetesan minyak sudah tidak keluar lagi pada menit ke – 90 dengan temperatur  $180^{\circ}\text{C}$ . hasil cairan minyak dari proses pirolisis dapat di lihat pada gambar 4.2 sebagai berikut.



## 4.2.2 Grafik proses kenaikan suhu.



**Gambar 4.7** Grafik uji plastik type polypropylene (PP).  
yang di jelaskan pada tabel 4.4

## 4.2.3 Suhu Pada Termocouple



**Gambar 4.8** Temperatur Jenis Plastik *Polipropilane* (PP)

#### 4.2.4 Hasil Cairan Minyak



**Gambar 4.9** hasil uji plastik jenis *Polipropilane* (PP) 100 ml.

#### 4.2.5 kerak sampah plastik jenis Polipropilene (PP)



**Gambar 4.10** kerak hasil uji jenis plastik *Polipropilane* (PP)

#### 4.2.6 Hasil uji laboratorium bahan bakar minyak plastik *type Polypropylene (PP)*

**Tabel 4.5** Hasil uji laboratorium bahan bakar plastik *type Polypropylen (PP)*.

| No | Nama contoh        | Jenis Uji                           | Hasil | Satuan                  | Metode ASTM                        |
|----|--------------------|-------------------------------------|-------|-------------------------|------------------------------------|
| 1  | Polypropylene (PP) | <i>Densitas 15°</i>                 | 0,751 | <i>Kg/m<sup>3</sup></i> | ASTM D 1298                        |
|    |                    | <i>Kinematic viscosity at 100°C</i> | 13,03 | cSt                     | ASTM D 445-97                      |
|    |                    | <i>Nilai kalori</i>                 | 159   | Kal/g                   | IK/LEL-ITS/BK                      |
|    |                    | <i>Nilai oktane</i>                 | 11    |                         | IKA/LEL-ITS/Octane-Cetane Analyzer |

#### 4.2.7 Pengaruh temperatur terhadap karakteristik produk bahan bakar minyak.

bahan bakar minyak (fuel) hasil pirolisi tidak bisa langsung di gunakan sebagai bahan bakar atau sumber energi lainya namun harus memenuhi spesifikasi standart tertentu untuk memasatikan kinerja mesin pembakaran. Spesifikasi untuk bahan bakar standar telah di terapkan oleh : ASTM / IP atau alat instrumen yang sesuai dengan standart

ASTM. Produk pirolisis plastik di anggap sebagai sumber hidrokarbon dari minyak bumi dalam bentuk produk nafta, sehingga karakteristik produk pirolisis di sesuaikan dengan produk bahan bakar minyak standart. Karakteristik bahan bakar di uraikan sebagai berikut :

#### **4.2.8 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Densitas dan °API**

Densitas adalah salah satu parameter yang menunjukkan karakteristik produk yang di hasilkan. *Specific gravity* di ukur menurut standart ASTM D 1298 pada 15 °F. Pada Tabel 4.3.

#### **4.2.9 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Viskositas Kinematis.**

Viskositas adalah properti penting dari produk minyak. Hal ini berengaruh pada penanganan atau penyimpanan, pemompaan dan pembakaran ( termasuk pemilihan jenis burner yang di gunakan). Jika nilai viskositas kinematik rendah, itu akan mempengaruhi kualitas bahan bakar minyak, nilai kalor rendah. Viskositas kinematik di ukur menurut standart ASTM D 445 pada 100°C. Nilai viskositas kinematik bahan bakar di tunjukan pada Tabel 4.3.

Hasil analisis viskositas kinematik di tunjukan pada tabel 4.3 produk bahan bakar minyak yang di peroleh melalui destilasi mirip dengan sifat – sifat bahan bakar fosil.

#### **4.2.10 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai Kalori**

Salah satu sifat penting dari bahan bakar adalah nilai kalor atau nilai panas, yang di definisikan sebagai energi yang di berikan ketika unit massa bahan bakar di bakar tanpa udara yang cukup. Peraltan yang di gunakan dalam menentukan nilai kalorimeter seri 5E – C5500 digital sesuai dengan ASTM D – 4809. Nilai kalori di tunjukan pada tabel 4.3.

Hasil analisis meunjukkan bahwa nilai kalori yang di hasilkan dari pirolisis limbah plastik PP adalah berada di kisaran 44 – 48 MJ / Kg. milai – nilai ini juga mirip dengan nilai kalor bahan bakar konvensional / minyak bumi dan produk bahan bakar minyak dari pirolisis plastik yang di laporkan oleh banyak penelitian yang berada dalam kisaran 33,6 hingga 53,4 MJ / Kg tergantung pada komposisi polimer plastik. Oleh karena itu produksi bahan bakar cair

dari limbah plastik menggunakan metode ini layak untuk di terapkan.

#### **4.2.11 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Nilai Octane.**

Nilai oktan adalah ukuran kemampuan bahan bakar untuk menahan ‘ ketukan’. Kebutuhan oktan mesin bervariasi dengan rasio kompresi, pertimbangan geometri dan mekanik, dan kondisi pengoprasian. Semakin tinggi angka oktan, semakin besar ketahanan bahan bakar terhadap ketukan pin selama pembakaran. Kualitas anti – ketukan atau oktan seperti yang di tunjikan oleh research and motor octane number (RON dan MON). adalah properti penting dari bahan bakar. Secara umum, kualitas anti – ketukan dari bahan bakar. Secara umum, kualitas anti - ketukan dari bahan bakar dalam kondisi oprasi mesin tertentu di tentukan oleh indeks oktanya  $OI = RON - KS$  di mana K adalah konstanta untuk kondisi iti dan S adalah sensitivitas, (RON-MON), semakin tinggi indeks, oktan, semakin baik kualitas anti- ketukan bahan bakar. K sering di asumsikan 0,5 sehingga  $OI = (RON + MON) / 2$ . Pengukuran bilangan oktana dengan menggunakan alat pengukur oktan portabel kohler K88600, hasil tes setara ASTM D2699 dan D2700

untuk angka oktan gasolin dan hasil tes setara ASTM D613. Nomor oktan parameter standart di tunjukan pada tabel 4.7.

Tabel 4.3 menunjukan bahwa nilai okatan di pengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperaur pirolisi, angka oktan lebih rendah sama hal ini disebabkan senyawa non – volatil terbentuk seperti olefin dan rantai panjang n-parafin yang meningkatkan nilai nagka setana. Sedangkan pada temperatur pirolisi rendah angka octane meningkat hal ini di sebabkan terbentuknya senyawa hidrokarbon bercabang, aromatik dan polyaromatik (kelompok aromatik, nafta dan isolkan). Anka okatan tinggi lebih baik untuk pembakaran mesin internal, tetapi kelompok aromatik tidak dapat di toleransi oleh lingkungan karena sulit terdegradasi, sehingga kandungan aromatik (40%, v/v), batas metode ASTM D 1319.

### **4.3 Pembahasan dan Hasil plastik jenis *Polistiren***

#### **4.3.1 Sampah plastik jenis *Polistiren* (PS)**

Jenis plastik ini biasanya sebagai bahan bakar dasardari styrofoam, tempat minum sekali pakai dll. Bahan polystirene bisa membocorkan bahan styryne ke dalam makanan kita. Tempat makan styrofoam menghasilkan

polusi saat di produksi, menjadi sumber sampah karena penggunaanya hanya sekali pakai, tidak dapat mengurai di tanah, dan mengeluarkan gas beracun bila di bakar

#### 4.3.2 styrofoam



**Gambar 4.11** berat sampah plastik jenis *Polistiren* (PS)

**Tabel 4.6** Proses Pirolisi Plastik Jenis *Polistiren* (PS)

| No | Waktu (menit) | Suhu (°C) | Keterangan  |
|----|---------------|-----------|-------------|
| 1  | 0             | 35        | -           |
| 2  | 3             | 35        | -           |
| 3  | 9             | 37        | -           |
| 4  | 12            | 40        | -           |
| 5  | 15            | 47        | -           |
| 6  | 18            | 55        | -           |
| 7  | 21            | 61        | Keluar asap |

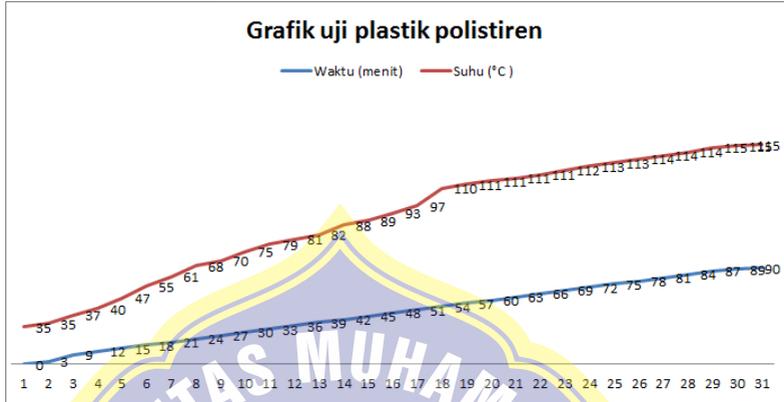
|    |    |     |                                     |
|----|----|-----|-------------------------------------|
| 8  | 24 | 68  | Keluar asap                         |
| 9  | 27 | 70  | Keluar asap                         |
| 10 | 30 | 75  | Keluar asap                         |
| 11 | 33 | 79  | Keluar asap                         |
| 12 | 36 | 81  | -                                   |
| 13 | 39 | 82  | Keluar tetesan minyak               |
| 14 | 42 | 88  | Keluar tetesan minyak               |
| 15 | 45 | 89  | Keluar tetesan minyak               |
| 16 | 48 | 93  | Keluar tetesan minyak               |
| 17 | 51 | 97  | Keluar tetesan minyak<br>agak cepat |
| 18 | 54 | 110 | Keluar tetesan minyak<br>agak cepat |
| 19 | 57 | 111 | Keluar tetesan minyak               |
| 20 | 60 | 111 | Keluar tetesan minyak               |
| 21 | 63 | 111 | Keluar tetesan minyak               |
| 22 | 66 | 111 | Keluar tetesan minyak               |
| 23 | 69 | 112 | Keluar tetesan minyak               |
| 24 | 72 | 113 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 25 | 75 | 113 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 26 | 78 | 114 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 27 | 81 | 114 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 28 | 84 | 114 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 29 | 87 | 115 | Tetes minyak jarang<br>keluar       |
| 30 | 89 | 115 | Tetes minyak sudah<br>tidak keluar  |

|                           |    |       |                                 |
|---------------------------|----|-------|---------------------------------|
| 31                        | 90 | 115   | Tetes minyak sudah tidak keluar |
| Hasil Hasil cairan minyak |    | 20 ml |                                 |

**Tabel 4.4** Data dari hasil uji plastik jenis *Polistiren* (PS)

Data pada tabel 4.4 dapat di jelaskan pada menit ke – 21 mengeluarkan asap dengan temperatur 61°C, selama 15 menit. Saat menit ke – 36 dengan temperatur 81°C, pipa kran pada kondensor tidak mengeluarkan asap lagi, berselang dengan 3 menit kemudian pipa kran mengeluarkan tetesan minyak pada menit ke – 39 pada temperatur 82°C, pada menit ke 51 dengan temperatur 97°C, berselang waktu 6 menit tetesan minyak agak cepat. Kemudian di menit pada ke – 57 dengan temperatur 111°C, tetesan minyak sudah normal kembali. Berselang dengan 12 menit tetesan pada menit ke 72 dengan temperatur 113°C tetesan minyak sudah jarang keluar. Dengan berselangnya waktu sampai 21 menit, tetesan minyak tidak keluar lagi pada menit ke – 90 dengan temperatur 115°C. Hasil cairan minyak dari proses pirolisis dapat di lihat Gambar 4.4 sebagai berikut.

### 4.3.3 Grafik proses kenaikan suhu



**Gambar 4.12** grafik uji plastik type polistiren (PS). yang di jelaskan pada tabel 4.6

### 4.3.4 Suhu termocople



**Gambar 4.13** temperatur jenis plastik *Polistiren* (PS)

#### 4.3.5 Hasil cairan minyak plastik jenis *Polistiren* (PS)



Gambar 4.14 hasil uji jenis plastik *Polistiren* (PS) 20 ml.

#### 4.3.6 Hasil uji laboratorium bahan bakar minyak plastik type *polistiren* (PS)

Tabel 4.7 Hasil uji laboratorium bahan bakar plastik type *polistiren* (PS).

| No | Nama contoh            | Jenis Uji                           | Hasil | Satuan                  | Metode ASTM       |
|----|------------------------|-------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------|
| 1  | <i>polistiren</i> (PS) | <i>Densitas 15°</i>                 | 11,0  | <i>Kg/m<sup>3</sup></i> | ASTM D 1298       |
|    |                        | <i>Kinematic viscosity at 100°C</i> | 0,54  | cSt                     | ASTM D 445-97     |
|    |                        | <i>Nilai kalori</i>                 | 121   | Kal/g                   | IK/LEL-ITS/BK     |
|    |                        | <i>Nilai oktane</i>                 | 8,7   | -                       | IKA/LEL-ITS/Octan |

#### **4.3.7 Pengaruh temperatur terhadap karakteristik produk bahan bakar minyak.**

bahan bakar minyak (fuel) hasil pirolisi tidak bisa langsung di gunakan sebagai bahan bakar atau sumber energi lainya namun harus memenuhi spesifikasi standart tertentu untuk memasatkan kinerja mesin pembakaran. Spesifikasi untuk bahan bakar standar telah di terapkan oleh : ASTM / IP atau alat instrumen yang sesuai dengan standart ASTM. Produk pirolisis plastik di anggap sebagai sumber hidrokarbon dari minyak bumi dalam bentuk produk nafta, sehingga karakteristik produk pirolisis di sesuaikan dengan produk bahan bakar minyak standart. Karakteristik bahan bakar di uraikan sebagai berikut :

#### **4.3.8 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Densitas dan °API**

Densitas adalah salah satu parameter yang menunjukkan karakteristik produk yang di dihasilkan. *Specific gravity* di ukur menurut standart ASTM D 1298 pada 15 °F. Pada Tabel 4.3.

#### 4.3.9 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Viskositas Kinematis.

Viskositas adalah properti penting dari produk minyak. Hal ini berpengaruh pada penanganan atau penyimpanan, pemompaan dan pembakaran ( termasuk pemilihan jenis burner yang di gunakan). Jika nilai viskositas kinematik rendah, itu akan mempengaruhi kualitas bahan bakar minyak, nilai kalor rendah. Viskositas kinematik di ukur menurut standart ASTM D 445 pada 100°C. Nilai viskositas kinematik bahan bakar di tunjukan pada Tabel 4.3.

#### 4.3.10 Pengaruh Temperatur terhadap Nilai Kalori

Salah satu sifat penting dari bahan bakar adalah nilai kalor atau nilai panas, yang di definisikan sebagai energi yang di berikan ketika unit massa bahan bakar di bakar tanpa udara yang cukup. Peralatan yang di gunakan dalam menentukan nilai kalorimeter seri 5E – C5500 digital sesuai dengan ASTM D – 4809. Nilai kalori di tunjukan pada tabel 4.3.

Hasil analisis meunjukkan bahwa nilai kalori yang di hasilkan dari pirolisis limbah plastik PP adalah berada di kisaran 44 – 48 MJ / Kg. nilai – nilai ini juga mirip dengan nilai kalor bahan bakar konvensional / minyak bumi dan

produk bahan bakar minyak dari pirolisis plastik yang di laporkan oleh banyak penelitian yang berada dalam kisaran 33,6 hingga 53,4 MJ / Kg tergantung pada komposisi polimer plastik. Oleh karena itu produksi bahan bakar cair dari limbah plastik menggunakan metode ini layak untuk di terapkan.

#### **4.3.11 Pengaruh Temperatur Proses Terhadap Nilai Octane.**

Nilai oktan adalah ukuran kemampuan bahan bakar untuk menahan ‘ ketukan’. Kebutuhan oktan mesin bervariasi dengan rasio kompresi, pertimbangan geometri dan mekanik, dan kondisi pengoprasian. Semakin tinggi angka oktan, semakin besar ketahanan bahan bakar terhadap ketukan pin selama pembakaran. Kualitas anti – ketukan atau oktan seperti yang di tunjikan oleh research and motor octane number (RON dan MON). adalah properti penting dari bahan bakar. Secara umum, kualitas anti – ketukan dari bahan bakar. Secara umum, kualitas anti - ketukan dari bahan bakar dalam kondisi oprasi mesin tertentu di tentukan oleh indeks oktanya  $OI = RON - KS$  di mana K adalah konstanta untuk kondisi iti dan S adalah sensitivitas, (RON-MON), semakin tinggi indeks, oktan, semakin baik kualitas

anti- ketukan bahan bakar. K sering di asumsikan 0,5 sehingga  $OI = (RON + MON) / 2$ . Pengukuran bilangan oktana dengan menggunakan alat pengukur oktan portabel kohler K88600, hasil tes setara ASTM D2699 dan D2700 untuk angka oktan gasolin dan hasil tes tidak setara ASTM D613. Nomor oktan parameter standart di tunjukan pada tabel 4.7.

Tabel 4.3 menunjukan bahwa nilai okatan di pengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperaur pirolisi, angka oktan lebih rendah sama hal ini disebabkan senyawa non – volatil terbentuk seperti olefin dan rantai panjang n-parafin yang meningkatkan nilai nagka setana. Sedangkan pada temperatur pirolisi rendah angka octane meningkat hal ini di sebabkan terbentuknya senyawa hidrokarbon bercabang, aromatik dan polyaromatik (kelompok aromatik, nafta dan isolkan). Anka okatan tinggi lebih baik untuk pembakaran mesin internal, tetapi kelompok aromatik tidak dapat di toleransi oleh lingkungan karena sulit terdegradasi, sehingga kandungan aromatik (40%, v/v), batas metode ASTM D 1319.

#### **4.4 Karakterisasi bahan bakar cair hasil pirolisis**

Berdasarkan Tabel 4.3, Tabel 4.5 dan tabel 4.7 secara umum, hampir semua parameter menunjukkan bahwa bahan bakar cair hasil pirolisis sampah plastik type Polyethylene Tereftalat (PET), Polypropylene (PP) dan Polystyrene (PS). fraksi tidak sesuai spesifikasi bahan bakar gasolin menurut SK Drijen Migas K/72/DJM/1999. kecuali untuk kandungan gum pada bahan bakar cair fraksi atas yang nilainya lebih besar dari pada batas yang di tentukan. Kandungan gum yang tinggi nilainya karena adanya ikatan hidrokarbon tidak jenuh yang ikut saat pirolisis.

