

Analisis Karakteristik Fisika dan Kimia Sampah Plastik Hotel di Kota Yogyakarta

Khaerunnisa Arum Setiani

15513094

ABSTRACT

Yogyakarta is a city that has a lot of tourism potential, this is a factor in the emerging hotel industry. Based on the Yogyakarta Central Statistics Agency, in 2018 the number of hotels in the city of Yogyakarta reached 580 hotels, in the five-star hotels there were 90 hotels and 490 hotels. The more number of hotels in the city of Yogyakarta, the more plastic waste is produced. Need for the management of plastic waste in order to reduce the risk of environmental pollution. The purpose of this study is to determine the generation, composition, and physical and chemical characteristics so that the handling of plastic waste according to its type. To find out the amount of generation and composition produced by 3-star hotels in Yogyakarta City, refer to SNI 19-3964-1994 on the method of taking and measuring samples of the generation and composition of urban waste for eight consecutive days in the six hotels that were sampled. It is known that the average solid waste generation in the six hotels sampled is 21.72 kg / day and it is known that each composition of plastic waste in the Yogyakarta City Hotel is dominated by PET plastic types, namely 37.89%, HDPE 18.99%, PVC 10, 57% and LDPE 7.16%, PP plastics 9.35%, PS plastics 9.06%, while OTHER plastics 6.98%. From the analysis of physical and chemical characteristics, it is found that the heating value of the seven types of plastic is high so that it has the potential to be an alternative fuel. As for other uses such as activated carbon, a mixture of materials or handicrafts that have a sale value.

Keywords: physical and chemical characteristics, heating value, plastic waste

ABSTRAK

Yogyakarta merupakan kota yang memiliki banyak potensi wisata, hal ini menjadi faktor industri hotel bermunculan. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta, pada tahun 2018 jumlah hotel di Kota Yogyakarta mencapai 580 hotel, pada hotel berbintang ada 90 hotel dan 490 hotel. Semakin banyaknya jumlah hotel di Kota Yogyakarta maka semakin banyak sampah plastik yang dihasilkan. Perlu adanya pengelolaan sampah plastik agar dapat mengurangi resiko tercemarnya lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui timbulan, komposisi, dan karakteristik

fisika dan kimia sehingga dapat diketahui penanganan sampah plastik sesuai dengan jenisnya. Untuk mengetahui jumlah timbulan dan komposisi yang dihasilkan oleh hotel bintang 3 di Kota Yogyakarta mengacu pada SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan selama delapan hari berturut-turut pada keenam hotel yang dijadikan sample. Telah diketahui rata-rata timbulan sampah pada keenam hotel yang dijadikan sampling adalah 21.72 kg/hari dan diketahui masing masing komposisi sampah plastik di Hotel Kota Yogyakarta didominasi oleh sampah plastik jenis PET yaitu 37,89 %, HDPE 18,99 %, PVC 10,57 % dan LDPE 7,16 %, plastik PP 9,35 %, plastik PS 9,06 %, sedangkan plastik OTHER sebanyak 6,98 %. Dari hasil analisa karakteristik fisika dan kimia didapatkan hasil nilai kalor ketujuh jenis plastik yang tinggi sehingga berpotensi dijadikan bahan bakar alternatif. Adapun pemanfaatan lainnya seperti dijadikan karbon aktif, bahan campuran material ataupun kerajinan tangan yang mempunyai nilai jual.

Kata kunci: karakteristik fisika dan kimia, nilai kalor, sampah plastik

1. PENDAHULUAN

Yogyakarta adalah kota yang memiliki banyak potensi wisata, sehingga banyak sekali wisatawan yang tertarik mengunjungi Kota Yogyakarta. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta, pada tahun 2017 jumlah wisatawan asing yang berkunjung ke Kota Yogyakarta mencapai 433.114 pengunjung meningkat bila dibandingkan tahun sebelumnya yang mencapai 249.481 pengunjung. Selain itu banyak juga usaha-usaha yang bermunculan seperti industri perhotelan. Karena ini adalah salah satu sarana yang penting untuk memenuhi kebutuhan para wisatawan yang sedang berkunjung ke Kota Yogyakarta. Usaha dibidang sektor perhotelan di Kota Yogyakarta berkembang dengan sangat cepat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Yogyakarta , jumlah hotel yang terdapat di Kota Yogyakarta pada tahun 2017 adalah sebanyak 580 hotel, dengan hotel berbintang sebanyak 490 dan tidak berbintang sebanyak 90.

Dalam aktivitas perhotelan yang menghasilkan limbah yang salah satunya adalah limbah plastik seperti botol bekas minuman, botol sabun, shampo, botol sabun cuci piring atau deterjen, pembersih kaca, pembersih mebel, pembersih karpet, dan lain-lain. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016), Indonesia masuk dalam peringkat kedua di dunia sebagai penghasil sampah plastik ke laut. Hal ini dapat terlihat, sampah di Jakarta mencapai 6.000 sampai 6.500 ton per hari dan 13% dari sampah tersebut adalah sampah plastik (Geotimes, 2015).

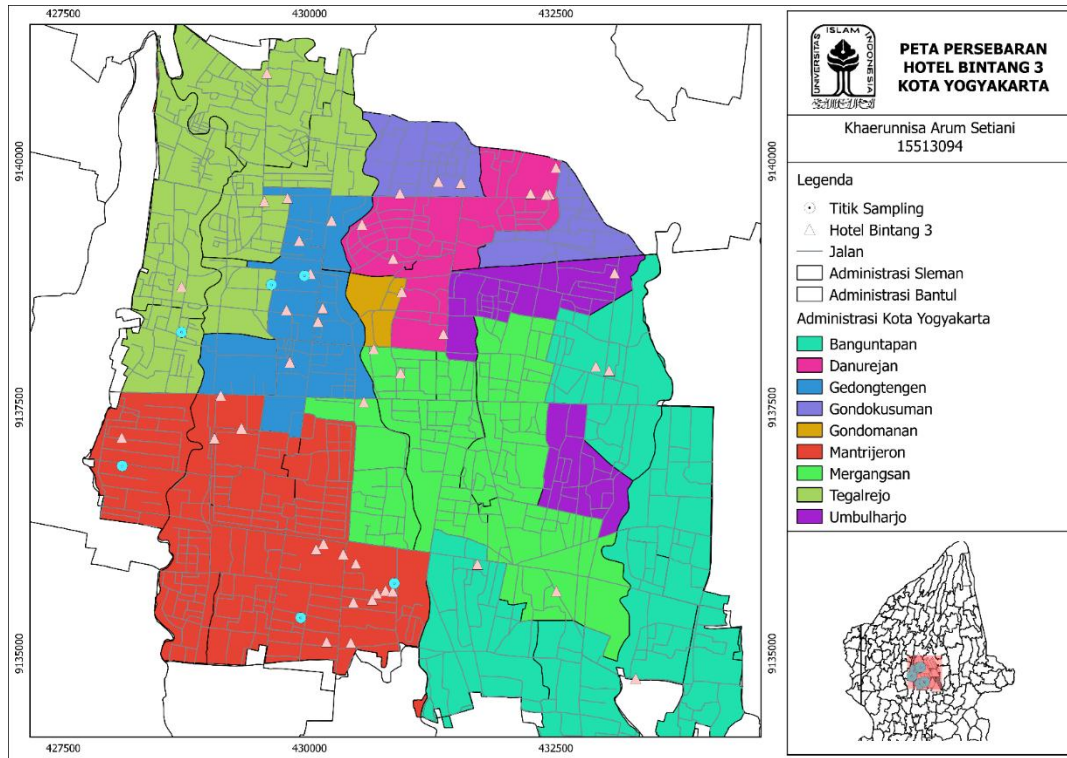
Adapun dampak yang ditimbulkan oleh sampah plastik apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu seperti dapat menutupi permukaan tanah sehingga air tidak dapat terserap oleh tanah karna permukaan plastik yang kedap air, apabila plastik terbakar maka dapat menimbulkan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, dapat mengganggu akar tumbuhan, dapat mencemari tanah dan air tanah, sifat plastik yang tidak dapat terurai meskipun termakan oleh binatang maupun tanaman akan menjadi racun terhadap rantai makanan, dapat menyumbat aliran sungai sehingga menimbulkan banjir dan lain-lain. Sehingga perlu pengelolaan yang tepat agar sampah plastik tidak mencemari lingkungan. Untuk mengetahui pemanfaatan plastik yang tepat maka perlu dilakukannya analisis proksimat (kadar air, volatile, abu dan karbon tetap) dan analisis nilai kalor. Analisis proksimat adalah analisis yang dilakukan untuk menentukan persentase kadar air, kadar volatil, kadar abu dan kadar karbon tetap (Gidarakos *et al.*, 2005).

Tujuan penelitian terkait pengelolaan limbah plastik pada beberapa hotel di Kota Yogyakarta adalah untuk mengetahui seberapa jauh pengelolaan limbah plastik hotel di Kota Yogyakarta telah diterapkan, mengetahui timbulan dan jenis-jenis plastik yang dihasilkan dari industri perhotelan Kota Yogyakarta. Karena apabila hal ini tidak diperhatikan maka dapat berpengaruh terhadap kesehatan makhluk hidup maupun pada lingkungan sekitar. Penelitian dilakukan dengan cara mengidentifikasi secara langsung sistem pengelolaan limbah plastik pada hotel di Kota Yogyakarta.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengambilan Data Sampel

Berikut adalah peta persebaran hotel bintang 3 di Kota Yogyakarta yang dapat di lihat pada gambar 1 :



Sumber : Qgis 2019

Gambar 1 : Titik Lokasi Penelitian

Dari ke-53 hotel berbintang tiga di Kota Yogyakarta, hotel yang dijadikan penelitian berjumlah 6. Namun begitu, dari jumlah 6 hotel tersebut sudah dapat mempresentasikan hasil penelitian ini. (Israel, 2013), menyatakan bahwa 10 % dari total populasi sudah dapat mempresentasikan hasil penelitian, sehingga dapatkan dari perhitungan :

$$10 \% \times \text{Jumlah populasi}$$

$$10 \% \times 53 = 5,3 = 6 \text{ hotel}$$

Setelah Sampling dilakukan pada 6 hotel di Kota Yogyakarta yaitu Hotel A, Hotel B, Hotel C, Hotel D, Hotel E, Hotel F. Pengambilan sampel dilakukan ditempat Tempat Penampungan Sementara (TPS) hotel yaitu dengan memasukkan sampah pada box yang telah dibuat, lalu mengukur berat sample dengan timbangan gantung serta mengukur ketinggian sampel sampah pada box dengan menggunakan meteran. Setelah mengukur berat dan ketinggian, sampel diukur kembali beratnya sesuai dengan komposisinya. Pada pengambilan sampel, sampling dilakukan pada disetiap hotel masing-masing selama 8 hari lamanya dengan mengacu pada

Standar Nasional Indonesia SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perhotelan.

Setelah mengetahui timbulan dan komposisi, sampel sampah hotel dibawa ke laboratorium untuk diuji karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisik sampah dapat diuraikan sebagai berikut meliputi : berat jenis, kadar air, kadar volatile dan kadar abu. (Damanhuri, 2010) karakteristik lain yang biasa ditampilkan dalam penanggulangan sampah adalah karakteristik fisika, kimia dan biologi. Karakteristik fisika yang dianalisis meliputi berat jenis, kelembapan, ukuran dan distribusi partikel serta penentuan angka kompaksi atau faktor pemadatan. Salah satu karakteristik fisika sampah adalah berat jenis. Berat jenis merupakan berat material per unit volume (kg/m^3) (Tchobanoglous, *et al.*, 1993).

Uji laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik tiap komponen sampah antara lain :

- Kadar air, dilakukan dengan pengeringan pada oven 105°C sampai berat sampel menjadi konstan.
- Kadar volatil, merupakan fraksi kering dari sampel yang hilang pada pemanasan 600°C (SKSNI-M-36-1991-0) dan pada 800°C (Vesilind, 2002).
- *Fixed carbon*, didefinisikan sebagai fraksi dari materi kering sampel yang hilang saat pemanasan pada temperature 600°C dan 950°C .
- Abu, adalah residu yang tersisa dari sampel, yang diukur dengan mengurangi total fraksi kering dengan fraksi volatil dan *fixed carbon* sampel tersebut.

1. Berat Jenis

Berat jenis didefinisikan sebagai berat material per satuan volume. Berat jenis merupakan data yang sangat penting dalam studi mengenai timbulan sampah, terutama apabila menggunakan satuan volume. Nilai berat jenis dapat berbeda-beda karena dipengaruhi oleh lokasi geografis, musim tiap tahun, dan lamanya waktu penyimpanan. Menurut pengamatan di lapangan, berat jenis sampah yang terukur akan tergantung pada sarana pengumpul dan pengangkut wadah yang digunakan, dan biasanya untuk kebutuhan desain digunakan angka (Damanhuri, 2004)

2. Kadar air

Pengujian kadar air mengacu pada SNI 03-1971-1990 mengenai metode pengujian kadar air agregat. Dalam metode berat basah pengukuran, kelembaban dalam sampel dinyatakan sebagai presentase berat basah bahan sedangkan dalam

metode berat kering, dinyatakan sebagai presentase dari berat kering bahan. Metode berat basah adalah metode yang paling umum digunakan di bidang pengelolaan limbah padat. Analisis ini dilakukan dengan memanaskan sampel pada oven dengan suhu 105°C dengan mengukur berat sampel setiap jamnya selama 5 jam, dilanjutkan dengan memanaskan kembali dengan suhu 70°C selama 12 jam untuk memastikan hilangnya air pada sampel. Dalam bentuk persamaan, berat basah kadar air dinyatakan sebagai berikut :

$$\%kadar\ air = \frac{berat\ basah - berat\ kering}{berat\ kering}$$

3. Kadar Volatil

Mengacu ASTM E 897-88 (2004) pengujian kadar volatil ditentukan dengan memanaskan 1 gr sampel pada *furnace* dengan suhu 550°C selama 7 menit. Berikut persamaannya:

$$\%kadar\ volatile = \left(\left(\frac{berat\ awal - berat\ akhir}{berat\ awal} \right) 100\% \right) - \%kadar\ air$$

4. Kadar Abu

Mengacu pada STM E 830-87 (2004) Pengujian kadar abu ditentukan dengan memanaskan 1 gr sampel pada suhu 900°C selama 1 jam. Berikut persamaannya :

$$\%kadar\ abu = \frac{berat\ awal - berat\ akhir}{berat\ awal} \times 100\%$$

5. Kadar Karbon

Untuk menetapkan kadar karbon tetap menggunakan perhitungan

$$\% \text{ fixed carbon} = 100\% - (\% \text{ volatile} + \% \text{ abu})$$

6. Nilai Kalor

Nilai kalor didapat dari perhitungan. Terdapat beberapa model yang dapat diterapkan untuk menghitung nilai kalor, sebagai berikut :

- Persamaan *proximate analysis* (Vesilind, 2002) :

$$\text{Btu/lb} = 8000 A + 14500 B$$

$$\text{Btu/lb} = 2500 \text{ D} - 330 \text{ W}$$

Dimana :

A = fraksi volatil, fraksi dari materi kering yang hilang pada 600°C

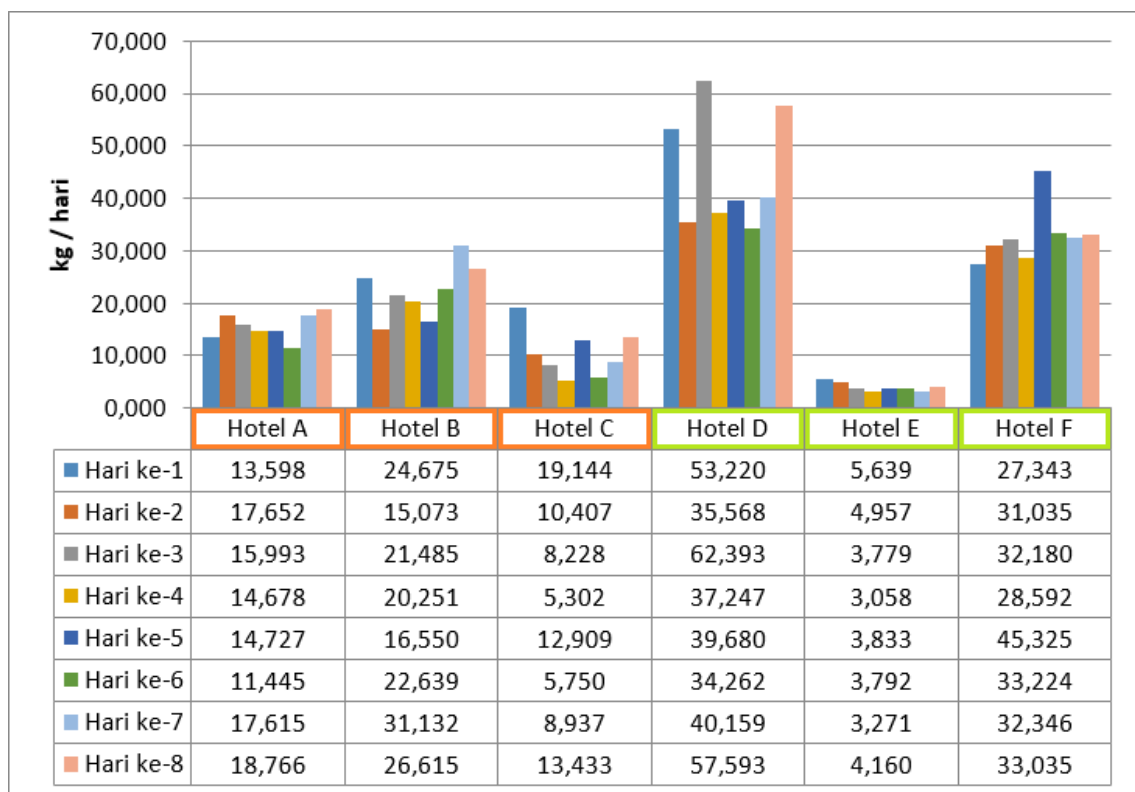
B = *fixed carbon*

D = fraksi volatil, dari materi kering yang hilang pada 800°C

W = fraksi air, *dry basis*

3. Analisis Data, Hasil dan Pembahasan dan

3.1 Analisis Data, Hasil dan Pembahasan Timbulan



Gambar 2 : Timbulan Sampah Plastik Hotel

Jumlah hotel di Kota Yogyakarta yang dijadikan sampel adalah 6 hotel, yaitu Hotel A, Hotel B, Hotel C, Hotel D, Hotel E, Hotel F. Dari masing-masing hotel diambil sampel sampah dan dihitung timbulan serta komposisi sampah. Pengambilan sampel sampah dilakukan pada saat sebelum sampah diangkut oleh pihak ketiga dari hotel. Pada gambar 2 menunjukkan banyaknya timbulan plastik yang dihasilkan oleh keenam hotel di Kota

Yogyakarta yang dilihat berdasarkan hari biasa dan hari puncak. Adapun tujuan dibedakannya pada hari biasa dan hari puncak adalah pada puncak terjadi pada saat jumlah pengunjung lebih banyak di banding hari biasa dikarenakan suatu budaya seperti adanya hari libur dan pada saat bulan ramadhan yang mana terdapat kegiatan buka bersama sehingga keduanya dapat mempengaruhi jumlah timbulan sampah plastik.

Dapat dilihat pada gambar 2 bahwa timbulan sampah plastik yang terbanyak dihasilkan oleh hotel di Kota Yogyakarta adalah Hotel D. Hal ini dapat terjadi dikarenakan Hotel D memiliki jumlah kamar sebanyak 154 kamar, sehingga Hotel D dapat lebih banyak menampung pengunjung dibandingkan hotel yang lainnya. Adapun faktor lainnya seperti pada saat peneliti melakukan sampling dilakukan pada waktu bulan ramadhan, sehingga sampah yang dihasilkan dari Hotel D lebih banyak dari hari sebelumnya karena adanya kegiatan acara buka bersama. Adapun dari segi letak Hotel D yang sangat strategis yaitu dekat dengan pusat perbelanjaan Malioboro serta dekat dengan Stasiun Yogyakarta sehingga hal ini membuat Hotel D ramai didatangi pengunjung.

Sedangkan sampah plastik terbanyak kedua dihasilkan oleh Hotel F. Hal ini dapat terjadi dikarenakan Hotel F yang selalu ramai pengunjung. Dapat dilihat dari ulasan yang ditulis oleh pengunjung, rating yang didapat Hotel F termasuk tinggi dikarenakan bangunan dari Hotel F yang unik dan menarik bagi pengunjung. Selain itu restoran pada Hotel F selalu ramai oleh rombongan pengunjung.

Pada urutan penghasil sampah plastik terbanyak ketiga adalah Hotel B. Pada Hotel B sendiri menyediakan paket buka bersama, sehingga sampah yang dihasilkan cukup banyak. Pada saat peneliti melakukan sampling pengambilan sampah, sampling dilakukan pada saat bulan ramadhan pada jam 22:00. Urutan penghasil sampah keempat adalah Hotel A. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada saat sampling pengambilan sampah, sampling dilakukan pada saat awal bulan ramadhan. Sehingga pengunjung hotel tidak terlalu banyak. Disamping itu jumlah kamar yang terdapat di Hotel A adalah 58 kamar.

Pada urutan ke lima adalah Hotel C. Pada saat peneliti melakukan pengambilan sampel sampah, sampling dilakukan pada jam 13:00 siang pada saat bulan ramadhan. Menurut HRD Hotel C kebanyakan pengunjung hanya *stay* beberapa jam saja di hotel dan tidak menginap. Pada hotel C tidak menyediakan untuk acara buka bersama, sehingga

sampah yang dihasilkan Hotel C tidak terlalu banyak. Adapun letak Hotel C yang jauh dari pusat Kota Yogyakarta.

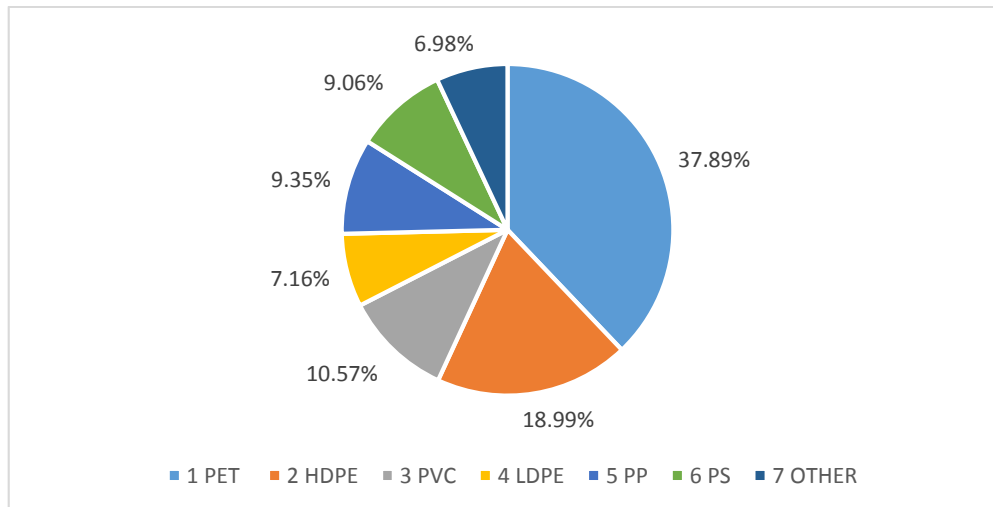
Adapun urutan yang terakhir yang paling sedikit timbulan sampahnya adalah Hotel E. Hal ini dapat terjadi karena pada saat peneliti mengobservasi kondisi eksisting Hotel E, tempat parkir hotel sangatlah sempit sehingga banyak kendaraan yang parkir diluar hotel. Hal ini dapat memungkinkan pengunjung hotel berfikir dua kali untuk menginap di Hotel E. Karena hal inilah yang dapat memungkinkan *occupancy* Hotel E yang tidak ramai pengunjung.

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa faktor yang sangat mempengaruhi banyaknya timbulan sampah plastik pada hotel antara lain adalah letak dari pada hotel itu sendiri yang dekat tidaknya dengan kawasan pusat kota dan pariwisata. Selain lokasi tempat yang banyaknya jumlah kamar yang tersedia untuk menampung pengunjung pada hotel juga mempengaruhi timbulan sampah yang dihasilkan oleh hotel. Banyaknya fasilitas hotel yang tersedia juga ikut serta mempengaruhi timbulan sampah plastik, karena semakin lengkapnya fasilitas yang tersedia pada hotel maka semakin menarik perhatian pengunjung untuk berkunjung di hotel tersebut. Adapun adanya acara buka bersama mempengaruhi banyaknya sampah plastik yang ditimbulkan. Dan faktor terakhir yang dapat mempengaruhi sampah plastik hotel adalah *weekdays* dan *weekend* juga mempengaruhi banyaknya sampah yang ditimbulkan pada hotel. Pada *weekend* sampah yang dihasilkan akan lebih banyak dibandingkan *weekdays*, karena pada *weekend* banyak wisatawan yang berkunjung untuk berlibur.

3.2 Hasil dan Pembahasan Komposisi, Karakteristik Fisik dan Kimia dan Pemanfaatan

Komposisi sampah menyatakan komponen-komponen yang terdapat pada sampah, biasanya dinyatakan dengan % berat. Data komposisi sampah diperlukan dalam penentuan peralatan yang diperlukan, sistem, dan manajemen program dan perencanaan (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Untuk menganalisis komposisi sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994 mengenai metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Tujuan dari analisis komposisi sampah ini untuk mengetahui komponen sampah yang dihasilkan oleh hotel di Kota Yogyakarta. Penggambaran hasil analisis ini dibagi menjadi 7 kategori sesuai dengan jenis plastik

yaitu PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, dan OTHER. Adapun Tujuan dari analisa karakteristik fisika dan kimia adalah untuk menentukan nilai kalor sehingga dapat diketahui potensial *recovery* yang dapat diterapkan pada masing-masing jenis plastik.



Gambar 3 : Komposisi Sampah Plastik.

Tabel 1: Karakteristik Fisika dan Kimia Sampah Plastik Hotel Kota Yogyakarta.

No	Jenis	Kadar Air (%)	Kadar Volatil (%)	Kadar Abu (%)	Fixed Karbon (%)
1	Plastik Tipe 1 (PET)	0,0051	0,960	0,010	0,030
2	Plastik Tipe 2 (HDPE)	0,0012	0,987	0,001	0,011
3	Plastik Tipe 3 (PVC)	0,0033	0,954	0,012	0,033
4	Plastik Tipe 4 (LDPE)	0,0019	0,932	0,054	0,013
5	Plastik Tipe 5 (PP)	0,0013	0,945	0,004	0,051
6	Plastik Tipe 6 (PS)	0,0071	0,997	0,002	0,001
7	Plastik Tipe 7 (OTHER)	0,0524	0,999	0,001	0,000

Tabel 2 : Nilai Kalor Sampah Plastik Hotel Kota Yogyakarta.

No	Jenis Plastik	Nilai Kalor (kkal/kg)
		Proximate Analysis
1	Plastik Tipe 1 (PET)	8118,300
2	Plastik Tipe 2 (HDPE)	8062,098
3	Plastik Tipe 3 (PVC)	8118,600
4	Plastik Tipe 4 (LDPE)	7652,494
5	Plastik Tipe 5 (PP)	8294,421
6	Plastik Tipe 6 (PS)	7985,131
7	Plastik Tipe 7 (OTHER)	7990,267

1. *Polyethylene Terephthalate (PET / PETE)*

Dapat dilihat pada gambar 3 terlihat bahwa jenis plastik yang dihasilkan hotel di Kota Yogyakarta terbanyak adalah jenis PET yaitu 37,89%. Plastik berbahan PET dalam penggunaannya sering digunakan untuk botol plastik seperti; botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman dan kemasan makanan cepat saji. Plastik jenis polietilen ini memiliki ciri warnanya yang jernih/transparan/tembus pandang. Ada beberapa faktor yang menjadikan plastik jenis PET paling banyak ditemui di hotel, diantaranya adalah pada saat pengunjung hotel *check in*, maka pada ruangan yang akan digunakan pengunjung hotel akan tersedia minuman. Selain itu pada hotel yang menyediakan buka bersama maka akan menyediakan minuman mineral, walaupun ada juga minuman yang tersedia isi ulang. Disamping itu tak jarang pengunjung membawa minuman botol berjenis PET dari luar.

Dapat dilihat pada tabel 1 Setelah dianalisis di laboratorium dan dilakukan perhitungan pada plastik jenis PET memiliki kadar air sebesar 0,0051 %, kadar volatil 0,960 %, kadar abu 0,010 %, *fixed carbon* 0,030 %, dan dapat dilihat pada gambar 4.3 nilai kalor yang didapat dari hasil perhitungan adalah 8118,300 kkal/kg. Dari hasil analisis tersebut diketahui pemanfaatan yang dapat diterapkan pada plastik jenis PET seperti dijadikan bahan bakar alternatif pada penelitian sebelumnya (Daryoso *et al.*, 2012) melakukan pengolahan sampah plastik jenis polietilen dengan metode hydrocracking menggunakan katalis NiMo/*zeolite*. Hydro cracking dilakukan dengan variasi perbandingan katalis/bahan plastik 1:4, 2:4, 3:4, dan temperatur prosesnya diatur 350 °C,

400 °C, 450 °C, 500 °C, 550 °C selama 2 jam. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa Katalis Ni Mo/*Zeolit* Alam yang telah dipreparasi berperan dalam proses hidrorengkah sampah polietilen menghasilkan produk hidrorengkah dengan rantai hidrokarbon yang pendek. Rasio massa katalis Ni-Mo/*Zeolit* alam dengan umpan optimum yang menghasilkan konversi sampah polietilen paling besar didapat pada perbandingan 3 : 4 yaitu sebesar 8,032 %. Temperatur optimum yang menghasilkan konversi sampah polietilen paling besar diperoleh pada temperatur 500°C yaitu sebesar 1,334 %. *Thermal cracking* adalah termasuk proses pirolisis, yaitu dengan cara memanaskan bahan polimer tanpa oksigen. Proses ini biasanya dilakukan pada temperatur antara 350 °C sampai 900 °C. Dari proses ini akan dihasilkan arang, minyak dari kondensasi gas seperti *parafin*, *isoparafin*, *olefin*, *naphthene* dan aromatik, serta gas yang memang tidak bisa terkondensasi.

(Sumartono *et al.*, 2018) penelitian jenis plastik PET yang dilakukan pada tahun dengan menggunakan reaktor. Mula-mula plastik dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dipotong kecil-kecil agar dapat dimasukkan ke dalam reaktor. Proses berlangsung selama kurang lebih 1,5 jam. Jika temperatur reaktor telah mencapai lebih dari 100°C, maka katup dapat dibuka agar gas hasil pembakaran dapat dikondensasikan di dalam kondensor yang selanjutnya berubah menjadi cairan minyak (BBM) dan ditampung dengan botol yang sudah disiapkan. Tahapan proses pembuatan BBM dari alat pengolah limbah plastik ini hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 untuk limbah plastik PET 1 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak 145 ml dengan waktu proses selama 1 jam. Adapun penelitian yang dilakukan (Sumartono, 2019) pada pengujian jenis limbah plastik PET menghasilkan bahan bakar minyak (BBM), yaitu limbah plastik PET 1,5 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak 220 ml dengan waktu proses selama 3 jam.

Adapun limbah plastik dari jenis PET juga dapat digunakan sebagai bahan pembuat karbon aktif. Karbon aktif tersebut nantinya diharapkan dapat mereduksi kandungan fosfat didalam limbah cair. (Gracedewei *et al.*, 2013) menyatakan limbah sampah plastik, khususnya yang terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) merupakan sintetik yang tidak dapat terdegradasi dengan mikroorganisme. Maka dari itu timbul pemikiran untuk menggunakan sampah plastik ini sebagai karbon aktif. Hal tersebut didukung dengan adanya unsur karbon yang terdapat didalam bahan utama pembuatan plastik, seperti polietilen, polypropilene atau pun polivinil klorida. Dalam penelitian sebelumnya

mengenai pembuatan karbon aktif dari sampah plastik membuktikan bahwa sampah plastik jenis polietilen dengan temperatur karbonisasi 450⁰C dan aktivasi HCl 1 M seberat 3 gram untuk ukuran 100-200 mesh dapat menurunkan kadar *phospat* sebesar 45,45% pada limbah laundry dan karbon aktif untuk ukuran 30-60 mesh dapat menurunkan kadar *phospat* sebesar 42,70% (Wisnu *et al.*,2013). Selain itu pada penelitian lain, yaitu penggunaan karbon aktif dari biji buah pinang hias dalam penurunan COD, BOD, TSS, dan krom pada limbah cair kain jumputan membuktikan bahwa kondisi terbaik untuk pembuatan karbon aktif adalah pada temperatur karbonisasi 500 °C dan aktivasi HCl 0,5 M dapat menurunkan COD 98,61% ; BOD 98,5% ; TSS 87,5% ; Krom 96,30% (Cundari *et al.*, 2015).

Plastik PET juga dapat dijadikan material konstruksi (Premalatha, 2016). Dengan menggunakan bahan baku PET yang mana dijadikan bata. Menipisnya bahan baku alami menyebabkan peningkatan biaya konstruksi. Karena sumber daya semakin langka, bahan konstruksi alternatif harus digunakan. Oleh karena itu, penggunaan kembali bahan limbah seperti botol PET sebagai bahan konstruksi untuk mengurangi biaya konstruksi dan masalah pembuangan bahan limbah. Berdasarkan tes, dapat disimpulkan bahwa, kekuatan tekan BB yang diisi dengan debu bata lebih besar dari batu bata standar. Sementara membandingkan biaya, BBs 41% lebih rendah dari batu bata standar dan BB batu adalah 22% lebih sedikit dari batu bata konvensional. Hasil penelitian juga dapat disimpulkan bahwa batu bata debu tungku botol bata dapat digunakan untuk konstruksi rumah dan lebih ekonomis dari pada batu bata konvensional. Ini juga memberikan solusi untuk penanganan pembuangan sampah plastik oleh industri.

2. *High Density Polyethylene (HDPE)*

Pada gambar 3 plastik terbanyak urutan kedua adalah HDPE yaitu 18,99%. Plastik HDPE ini seperti tutup botol minuman, wadah botol detergen, sampo, ember cat, serta botol kosmetik. Jenis plastik HDPE ini banyak ditemui pada saat pengambilan sampling, misalnya tutup botol air mineral, botol detergen dan sampo. Sampah botol detergen dan sampo ini dihasilkan karena pada setiap kamar telah disediakan alat mandi seperti detergen dan shampoo. Adapun sampah botol kosmetik yang dibawa oleh pengunjung dan dibuang di hotel. Dan yang terakhir terdapat ember cat, hal ini terjadi karena adanya kegiatan renovasi atau pun pembangunan yang sedang dilakukan hotel. Namun ada

baiknya tidak menggunakan wadah plastik dengan bahan HDPE terus menerus karena walaupun cukup aman tetapi wadah plastik berbahan HDPE akan melepaskan senyawa *antimoni trioksida* secara terus menerus.

Pada tabel 1 setelah jenis plastik HDPE dianalisis di laboratorium dan dilakukan perhitungan didapatkan kadar air sebesar 0,0012 %, kadar volatil 0,987 %, kadar abu 0,001 %, *fixed carbon* 0,011 % dan dapat dilihat pada gambar 4.3 dari perhitungan yang didapat nilai kalor yang terkandung pada plastik HDPE sebesar 8062,098 kkal/kg. Dari hasil analisis tersebut diketahui pemanfaatan yang dapat diterapkan pada plastik jenis HDPE ini seperti dijadikan bahan bakar (Borsodi *et al.*, 2011) penelitian tentang pirolisis terhadap plastik yang terkontaminasi untuk memperoleh senyawa hidrokarbon. Pirolisis dilakukan di dalam reaktor tabung, dengan memasukkan material plastik secara kontinyu. Plastik yang diproses ada dua macam, yaitu HDPE dalam kondisi bersih dan HDPE yang terkontaminasi minyak pelumas. Dalam penelitian ini temperatur pirolisis 500 °C. Pirolisis dilakukan dengan katalis (*thermocatalytic pyrolysis*) dan tanpa katalis (*thermal pyrolysis*). Katalis yang digunakan adalah *Zeolite*. Dari penelitian ini diketahui bahwa HDPE yang terkontaminasi produk volatilnya lebih tinggi dan densitasnya juga lebih tinggi. Pemakaian katalis mempengaruhi proses *cracking* pada HDPE yang tidak terkontaminasi, tetapi pada HDPE yang terkontaminasi pengaruh pemakaian katalis tidak signifikan. Pemakaian katalis menurunkan densitas dari minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis (Surono, 2013).

(Sumartono *et al.*, 2018) menganalisis jenis plastik HDPE yang dilakukan pada tahun dengan menggunakan reaktor. Mula-mula plastik dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dipotong kecil-kecil agar dapat dimasukkan ke dalam reaktor. Proses berlangsung selama kurang lebih 1,5 jam. Jika temperatur reaktor telah mencapai lebih dari 100°C, maka katup dapat dibuka agar gas hasil pembakaran dapat dikondensasikan di dalam kondensor yang selanjutnya berubah menjadi cairan minyak (BBM) dan ditampung dengan botol yang sudah disiapkan. Tahapan proses pembuatan BBM dari alat pengolah limbah plastik ini hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 untuk limbah plastik HDPE 1 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak $1.020 \text{ ml}/2 \text{ kg} = 510 \text{ ml}$ dengan waktu proses selama 1 jam. Adapun penelitian yang dilakukan (Sumartono, 2019) pada pengujian jenis limbah plastik HDPE, yaitu untuk limbah plastik HDPE 1,5 kg dapat

menghasilkan BBM sebanyak 300 ml dengan waktu proses selama 3 jam (Sumartono, 2019).

3. *Polyvinyl Chloride (PVC)*

Pada gambar 3 plastik PVC merupakan plastik terbanyak ketiga yaitu sebanyak 10,57%. Contoh sampah plastik berjenis PVC adalah bungkus plastik (*wrap*) dan pipa plastik. Adanya sampah pipa plastik karena beberapa hotel sedang melakukan pembangunan dan renovasi. Plastik pembungkus atau *wrap* juga ditemukan, hal ini dapat terjadi karena kemungkinan plastik pembungkus tersebut digunakan untuk membungkus barang agar tidak rusak/lecet. Sampah plastik pembungkus dapat berasal dari limbah hotel itu sendiri maupun pengunjung hotel.

Pada tabel 1 setelah jenis plastik PVC dianalisis di laboratorium dan dilakukan perhitungan didapatkan kadar air sebesar 0,003 %, kadar volatil 0,954 %, kadar abu 0,012 %, *fixed carbon* 0,033 % dan dapat dilihat pada gambar 4.3 dari perhitungan yang didapat nilai kalor yang terkandung pada plastik HDPE sebesar 8118,600 kkal/kg. Dari hasil analisis tersebut diketahui pemanfaatan yang dapat diterapkan pada plastik jenis PVC seperti penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Bajus dan Hájeková, 2010) yang melakukan penelitian tentang pengolahan campuran 7 jenis plastik menjadi minyak dengan metode *thermal cracking*. Tujuh jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini dan komposisinya dalam persen berat adalah HDPE (34,6%) , LDPE (17,3%), LLPE (17,3%), PP (9,6%), PS (9,6%), PET (10,6%), dan PVC (1,1%). Penelitian ini menggunakan batch reactor dengan temperatur dari 350° sampai 500°C. Dari penelitian ini diketahui bahwa *thermal cracking* pada campuran 7 jenis plastik akan menghasilkan produk yang berupa gas, minyak dan sisa yang berupa padatan. Adanya plastik jenis PS, PVC dan PET dalam campuran plastik yang diproses akan meningkatkan terbentuknya karbon monoksida dan karbon dioksida di dalam produk gasnya dan menambah kadar *benzene, toluene, xylenes, styrene* di dalam produk minyaknya.

Pada penelitian jenis plastik PVC (Sumartono etc al., 2018) mula-mula plastik dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dipotong kecil-kecil agar dapat dimasukkan ke dalam reaktor. Proses berlangsung selama kurang lebih 1,5 jam. Jika temperatur reaktor telah mencapai lebih dari 100°C, maka katup dapat dibuka agar gas hasil pembakaran dapat dikondensasikan di dalam kondensator yang selanjutnya berubah menjadi cairan

minyak (BBM) dan ditampung dengan botol yang sudah disiapkan. Tahapan proses pembuatan BBM dari alat pengolah limbah plastik ini hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 untuk limbah plastik PVC 1 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak 35 ml dengan waktu proses selama 1 jam.

4. *Low Density Polyethylene (LDPE)*

Plastik LDPE menduduki peringkat empat terbanyak yaitu sebesar 7,16%. Plastik ini berbentuk seperti kantong belanja/kantong kresek dan tempat makanan. Pada sampah kresek dapat bersumber dari petugas maupun pengunjung. Pada sampah tempat makan plastik berjenis LDPE ini juga dapat bersumber dari sampah dapur maupun sampah dari pengunjung yang membeli makanan dari luar hotel yang dibawa kedalam. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan atau minuman karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan atau minuman yang dikemas dengan bahan ini.

Pada tabel 1 setelah jenis plastik LDPE dianalisis di laboratorium dan dilakukan perhitungan didapatkan kadar air sebesar 0,0019 %, kadar volatil 0,932 %, kadar abu 0,054 %, *fixed carbon* 0,013 % dan dapat dilihat pada gambar 4.3 dari perhitungan yang didapat nilai kalor yang terkandung pada plastik LDPE sebesar 7652,494 kkal/kg. Dari hasil analisis tersebut diketahui pemanfaatan yang dapat diterapkan pada plastik jenis LDPE seperti dijadikan bahan bakar alternatif seperti penelitian yang telah dilakukan (Sumartono *et al.*, 2018) . Mula-mula plastik dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dipotong kecil-kecil agar dapat dimasukkan ke dalam reaktor. Proses berlangsung selama kurang lebih 1,5 jam. Jika temperatur reaktor telah mencapai lebih dari 100°C, maka katup dapat dibuka agar gas hasil pembakaran dapat dikondensasikan di dalam kondensor yang selanjutnya berubah menjadi cairan minyak (BBM) dan ditampung dengan botol yang sudah disiapkan. Tahapan proses pembuatan BBM dari alat pengolah limbah plastik ini hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 untuk limbah plastik LDPE 1 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak 240 ml dengan waktu proses selama 1 jam.

(Osueke dan Ofundu, 2011) melakukan penelitian konversi plastik LDPE menjadi minyak. Proses konversi dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan *thermal cracking* dan *catalyst cracking*. Pirolisis dilakukan di dalam tabung *stainless steel* yang dipanaskan dengan elemen pemanas listrik dengan temperatur bervariasi antara 475 – 600 °C.

Kondenser dengan temperatur 30 – 35 °C, digunakan untuk mengembunkan gas yang terbentuk setelah plastik dipanaskan menjadi minyak. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah silica alumina. Dari penelitian ini diketahui bahwa dengan temperatur pyrolisis 550 °C dan perbandingan katalis/sampah plastik 1 : 4 dihasilkan minyak dengan jumlah paling banyak.

5. *Polypropylene atau Polypropene (PP)*

Pada urutan kelima terdapat plastik berjenis PP yaitu sebesar 9,35%. Plastik ini berbentuk seperti botol plastik, dan wadah makanan. Sampah botol plastik ini dapat berasal dari pengunjung yang membawa botol ke dalam hotel maupun dari limbah hotel itu sendiri. Selain itu pada wadah makanan juga sama, yaitu dapat berasal dari pengunjung dan juga dapat berasal dari limbah dapur hotel itu sendiri.

Pada tabel 1 setelah jenis plastik PP dianalisis di laboratorium dan dilakukan perhitungan didapatkan kadar air sebesar 0,0013 %, kadar volatil 0,945 %, kadar abu 0,004 %, *fixed carbon* 0,051 % dan dapat dilihat pada gambar 4.3 dari perhitungan yang didapat nilai kalor yang terkandung pada plastik PP sebesar 8294,421 kkal/kg. Dari hasil analisis perhitungan dapat diketahui pemanfaatan yang dapat diterapkan pada plastik jenis PET seperti dijadikan bahan bakar alternatif (Tubnonghee *et al.*, 2010). Plastik yang diteliti untuk dijadikan bahan bakar minyak adalah jenis *polyethylene* (PE) dan *polypropylene* (PP). Pembuatan bahan bakar minyak dari plastik menggunakan proses *thermo cracking* (pirolisis). Pirolisis dilakukan pada temperatur 450 °C selama 2 jam. Gas yang terbentuk selanjutnya dikondensasikan menjadi minyak di dalam kondenser yang bertemperatur 21 °C. Minyak yang dihasilkan selanjutnya dianalisa dengan gas *chromatography/mass spectrometry* untuk mengetahui distribusi jumlah atom karbonnya. Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa komposisi minyak dari campuran plastik PE dan PP tersebut mempunyai jumlah atom karbon yang setara dengan solar, yaitu C12 – C17.

Penelitian yang lain dengan jenis plastik PP (Sumartono *et al.*, 2018), mula-mula plastik dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dipotong kecil-kecil agar dapat dimasukkan ke dalam reaktor. Proses berlangsung selama kurang lebih 1,5 jam. Jika temperatur reaktor telah mencapai lebih dari 100°C, maka katup dapat dibuka agar gas hasil pembakaran dapat dikondensasikan di dalam kondensor yang selanjutnya berubah

menjadi cairan minyak (BBM) dan ditampung dengan botol yang sudah disiapkan. Tahapan proses pembuatan BBM dari alat pengolah limbah plastik ini hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 untuk limbah plastik PP 1 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak 315 ml dengan waktu proses selama 1 jam.

6. Polystyrene (PS)

Pada urutan keenam, sampah plastik berjenis PS yang dihasilkan oleh hotel yaitu sebesar 9,06%. Plastik ini contohnya adalah *styrofoam* pada cangkir kopi, peralatan makanan berupa gabus, dan juga sendok plastik. Pada *styrofoam* berbentuk cangkir kopi dapat dijumpai di hotel yang terdapat *caffé* seperti Hotel F. Namun tidak menutup kemungkinan adanya pengunjung yang membawa minuman dari luar yang dibawa masuk ke dalam hotel. Selain itu pada wadah makanan yang terbuat dari gabus dapat berasal dari pengunjung yang membeli makanan dari luar hotel. Pada sampah plastik sendok PP dapat ditemukan pada hotel yang mengadakan buka puasa dengan menyediakan makanan berbentuk box.

Pada tabel 3 setelah jenis plastik PS dianalisis di laboratorium dan dilakukan perhitungan didapatkan kadar air sebesar 0,0071 %, kadar volatil 0,997 %, kadar abu 0,002 %, *fixed carbon* 0,001 % dan dapat dilihat pada gambar 4.3 dari perhitungan yang didapat nilai kalor yang terkandung pada plastik PS sebesar 7985,131 kkal/kg. Dari hasil analisis perhitungan tersebut diketahui plastik jenis ini berpotensi untuk dijadikan bahan bakar alternatif (Abidin *et al.*, 2017), meneliti jenis plastik PS dengan metode pirolisis. Setelah dilakukan proses pirolisis dengan bahan baku plastik jenis PS 1 kg maka di peroleh hasil yaitu perbandingan konsumsi gas dan volume hasil proses dengan menggunakan variasi suhu yang berbeda. Hasil perbandingan volume pirolisis dan didapat nilai tertinggi untuk volume yaitu pada suhu 700°C dengan volume yang dihasilkan 375 ml .

7. OTHER

Sampah plastik OTHER merupakan sampah plastik yang paling sedikit yang dihasilkan oleh hotel yaitu sebesar 6,98%. Sampah ini berbentuk seperti botol saus, botol bumbu, sikat gigi. Pada sampah plastik botol saus dan botol bumbu dapat ditemukan di dapur bagian restoran hotel. Sedangkan pada sampah sikat gigi dapat ditemukan dari limbah pengunjung yang telah menginap di hotel.

Pada tabel 1 setelah jenis plastik OTHER dianalisis di laboratorium dan dilakukan perhitungan didapatkan kadar air sebesar 0,0524 %, kadar volatil 0,999 %, kadar abu 0,001 %, *fixed carbon* 0,000 % dan dapat dilihat pada gambar 4.3 dari perhitungan yang didapat nilai kalor yang terkandung pada plastik OTHER sebesar 7990,267 kkal/kg. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa plasti tipe OTHER ini dapat dijadikan bahan bakar alternatif.

Dapat disimpulkan sampah plastik yang banyak ditimbulkan adalah jenis PET hal ini dapat terjadi karena plastik jenis PET sering digunakan selalu untuk dijadikan wadah makanan maupun minuman. Telah diketahui dari hasil observasi peneliti banyaknya sampah plastik yang dihasilkan dari kegiatan dapur pada hotel, yang mana banyak sampah plastik PET seperti bekas bungkus makanan dan bumbu. Adanya kegiatan acara buka bersama membuat timbulan sampah plastik jenis PET semakin banyak. Tidak hanya itu, banyaknya sampah yang dihasilkan oleh pengunjung juga ikut mempengaruhi jumlah timbulan sampah plastik berjenis PET seperti botol minuman dan bungkus makanan. Pada botol plastik dari jenis PET, menurut menurut (Elipso, 2012) dalam (Orset *et al.*, 2017) sebanyak 389 juta botol PET telah diproduksi dengan 46 % nya adalah dari produk air minum. Selain itu, angka pertumbuhan permintaan terhadap minuman kemasan plastik terus meningkat hingga sebesar 7% di Indonesia (Pratomo, 2016).

Menurut pengamatan di lapangan kadar nilai karakteristik fisika dan kimia disetiap jenis plastik dapat berbeda-beda karena dipengaruhi oleh kebiasaan dari pengunjung, pengelolaan di hotel yaitu sarana pengumpul dan pengangkut wadah yang digunakan, dan lamanya waktu penyimpanan. Nilai kalor plastik sangat tinggi, berkisar antara 5000-13000 kkal/kg kering. Hal ini disebabkan karena plastik terbuat dari petroleum atau gas alam sehingga menyimpan kandungan energi yang sangat tinggi dibandingkan dengan komponen lain dalam sampah (Subramanian, 2000). Dan karena kadar air tergolong sangat rendah, yaitu < 1%, kecuali untuk PET yaitu 3.5%, LHV plastik tidak berbeda jauh dengan HHVnya. Dengan nilai kalor yang sangat tinggi ini, plastik sangat berpotensi untuk dibakar pada insinerator atau dimanfaatkan sebagai RDF.

Dapat dilihat pada gambar 2 dapat diketahui bahwa nilai kalor yang terbesar terdapat pada plastik PP yaitu sebesar 8294,421 kkal/kg. Selanjutnya pada plastik PVC memiliki urutan terbesar yaitu 8118,600 kkal/kg. Pada urutan ketiga dari banyaknya nilai

kalor yang terdapat pada plastik adalah jenis PET 8118,300 kkal/kg. Lalu ada plastik jenis HDPE yang memiliki nilai kalor 8062,098 kkal/kg. Kemudian pada plastik OTHER memiliki nilai kalor 7990,267 kkal/kg. Pada plastik PS memiliki nilai kalor sebesar 7985,131 kkal/kg. Dan yang terakhir adalah jenis plastik LDPE yang memiliki nilai kalor sebesar 7652,494 kkal/kg.

Pada tabel 3 dapat dilihat hasil perhitungan jumlah bahan bakar yang dihasilkan pada setiap jenis sampah plastik. Pada penelitian sebelumnya (Kasim *et al.*, 2018) setiap 1 kg sampah plastik menghasilkan 0,4-0,49 liter minyak bakar. Jumlah hotel bintang 3 menurut Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta (2018) adalah 72. Sehingga dapat disimpulkan dengan jumlah timbulan rata-rata pada keenam hotel 21.72 kg/hari, bila dihitung dengan perbandingan untuk keseluruhan hotel Bintang 3 di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta maka:

$$\frac{21,72 \text{ kg/hari}}{6 \text{ hotel}} = \frac{x}{72 \text{ total Hotel}}$$

$$\frac{1.562,4}{6} = 260,4 \text{ kg/hari}$$

Dari perhitungan perbandingan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa dari keseluruhan total hotel bintang 3 di Daerah Istimewa Yogyakarta rata-rata menghasilkan sampah plastik sebesar 260,4 kg/hari. Sehingga bisa diambil kesimpulan potensi minyak dari sampah plastik di hotel bintang 3 di Daerah Istimewa Yogyakarta menghasilkan 127,59 liter/hari dan 3.827,88 liter/bulan dari hasil perhitungan berikut ini:

$$260,4 \text{ kg/hari} \times 0,49 \text{ liter} = 127,59 \text{ liter/hari}$$

$$= 3.827,88 \text{ liter/bulan}$$

Selain itu pada penelitian yang dilakukan Rangkuti *et al.* (2019) menganalisa sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif. Dari penelitian ini dapat diketahui jumlah persentase minyak dengan unsur minyak bensin dan diesel berdasarkan titik penguapannya. Dengan suhu gas plastik 100 °C yang masuk ke dalam kondensor dapat menghasilkan 570 mL minyak dari 1 kg plastik yang diolah. Minyak yang dihasilkan dari limbah plastik ini lebih mendekati karakteristik minyak solar. Apabila mengacu pada penelitian (Rangkuti *et al.*, 2019), dapat diketahui bahwa:

$$\frac{21,72 \text{ kg/hari}}{6 \text{ hotel}} = \frac{x}{72 \text{ total Hotel}}$$

$$\frac{1.562,4}{6} = 260,4 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned} & 260,4 \text{ kg/hari} \times 570 \text{ mL} = 148428 \text{ mL/hari} \\ & = 148,428 \text{ liter/hari} \\ & = 4452,840 \text{ liter/bulan} \end{aligned}$$

Dari perhitungan perbandingan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa dari keseluruhan total hotel bintang 3 di Daerah Istimewa Yogyakarta rata-rata menghasilkan sampah plastik sebesar 260,4 kg/hari. Sehingga bisa diambil kesimpulan potensi minyak dari sampah plastik di hotel bintang 3 di Daerah Istimewa Yogyakarta menghasilkan 148,428 liter/hari dan 4452,840 liter/bulan.

Tabel 3 Pengujian Plastik Menjadi Bahan Bakar

	Jenis Plastik								Semua jenis	Semua jenis
	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS				
	*					**				
Suhu (°C)	100	100	100	100	100	350	500	700	100	190
berat (kg)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
minyak yang dihasilkan (ml)	145	510	35	240	315	340	356	375	570	490
berat rata-rata 6 hotel (kg)	8,22	4,12	2,29	1,55	2,03	1,97			21,70	21,70
minyak yang dihasilkan (ml)	1192,21	2101,62	80,28	372,89	639,12	668,45	699,90	737,26	12369	10633
minyak yang dihasilkan (L)*****	1,19	2,10	0,08	0,37	0,64	0,67	0,70	0,74	12,37	10,63

* Sumartono *et al.*, 2018

** Abidin *et al.*, 2017

*** Rangkuti *et al.*, 2019

**** Kasim *et al.*, 2018

***** Hasil Penelitian

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian serta pembahasan hasil penelitian, maka dapat disampaikan simpulan sebagai berikut:

1. Sesuai dengan SNI 19-3964-1994 yaitu tentang Metode Pengambilan Dan Pengukuran Contoh Timbulan Dan Komposisi Sampah Perkotaan timbulan sampah rata-rata sampah plastik hotel di Kota Yogyakarta tersebut sebanyak 21.72 kg/hari. Komposisi sampah sampah di Hotel Kota Yogyakarta didominasi oleh sampah plastik jenis PET yaitu 37,89 %, HDPE 18,99 %, PVC 10,57 % dan LDPE 7,16 %, plastik PP 9,35 %, plastik PS 9,06 %, sedangkan plastik OTHER sebanyak 6,98 %.
2. Dari hasil analisa didapatkan hasil kadar air pada ketujuh jenis plastik mempunyai range 0,0012 % - 0,0524 %, kadar volatile 0,932 % - 0,999 %, kadar abu 0,001 % - 0,054 %, dan *fixed karbon* 0,000 % - 0,051 %. Nilai kalor tertinggi terdapat pada plastik PP sebesar 8294,421 kkal/kg, PVC 8118,600 kkal/kg, PET 8118,300 kkal/kg, HDPE 8062,098 kkal/kg, OTHER 7990,267 kkal/kg, PS 7985,131 kkal/kg, dan yang terkecil adalah LDPE sebesar 7652,494 kkal/kg.
3. Dari analisis peneliti, semua sampah plastik yang diuji memiliki nilai kalor yang tinggi sehingga semua jenis sampah plastik berpotensi dijadikan bahan bakar alternatif. Adapun pemanfaatan lainnya seperti dijadikan karbon aktif, bahan campuran material ataupun kerajinan tangan yang mempunyai nilai jual.

5.2 Saran

1. Dalam pengumpulan sampah pada masing-masing hotel perlu adanya pemilahan untuk sampah kering dan sampah basah sehingga pada saat diangkut dapat memudahkan pengepul untuk mengangkut sampah

- Aprian R.. dan Munawar A. 2011. *Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Jawa Timur.
- Asprilla, T. 2017. *Peranan Kitchen dalam Hotel*. Tugas Akhir. Sekolah Tinggi Pariwisata Ambarrukmo (STIPRAM) Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Kota Yogyakarta dalam Angka 2018*. Yogyakarta : Badan Pusat Statistik.
- Bajus, M. dan Hájeková, E., 2010, *Thermal Cracking of The Model Seven Components Mixed Plastics into Oils/Waxes*, Petroleum & Coal 52 (3) 164-172, Slovak University of Technology, Bratislava, Slovakia
- Barnes, D., Galgani, F., Thompson, R. C. & Barlaz, M. 2009. *Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments*. Phil. Trans. R. Soc. B 364. (doi:10.1098/rstb.2008.0205)
- Borsodi, N., Miskolczi, N., Angyal, A., Bartha, L., Kohán, J., dan Lengyel, A., 2011, *Hydrocarbons obtained by pyrolysis of contaminated waste plastics*, 45th International Petroleum Conference, Bratislava, Slovak Republic
- Bounini, S. 2013. *The Importance of the 3R Principle of Municipal Solid Waste Management for Achieving Sustainable Development*. ISSN 2039 – 2117. Vol. 4 No 3. Page 130-131
- Cundari, Lia dkk. 2015. *Pengolahan Limbah Cair Industri Kain Jumputan Menggunakan Karbon Aktif dari Biji Buah Pinang Hias*. Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-7 Palembang. Universitas Sriwijaya.
- Damanhuri, E. dan Padmi, Tri. 2010. *Pengelolaan Sampah Edisi Semester I – 2010/2011*. Bandung : Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Das, S. & Pande, S., 2007, *Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal Plastic Waste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons*, Thesis, Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela.

Israel, Glen D. 2013. Determining sample size, Program evaluation and organizational development, IFAS Ekstension, University Florida. PEOD-6 june.

Kasim, F., Ridwan, K., dan Putra, A. 2018. *Pengolahan Sampah Plastik Memakai Teknologi Pirolisis Untuk Pembelajaran dan Konservasi Lingkungan di Pondok Pesantren Al-Anwar Sarang Rembang, Jawa Tengah*. Volume 2. Nomor 2. Halaman 61

Gidaracos, E., Havas, G., Ntzamilis, P. 2005. *Municipal Waste Composition Determination Supporting The Integrated Solid Waste Waste Management System in The Island of Crete*. Greece. Elsevier

Guan, Y., Luo, S., Liu, S., Xiao, B., dan Cai, L. 2009. *Steam Catalytic Gasification of Municipal Solid Waste for Producing Tar-Free Fuel Gas*. International Journal of Hydrogen Energy.

Harshal, P.R., dan Syailendra, L.M. 2013. *Waste Plastik Pyrolysis Oil Alternative Fuel for CI Engine*. Research Journal of Engineering Sciences. ISSN 2278 – 9472. Vol. 2(2), 26-303 *R's Critical Succes Factor in Solid Waste Management System for Higher Educational Institutions*

Jibril, J. D., Ibrahim, A. S., Yakubu, D.A., Sheelah, S., & Suleiman, A. S. (2012). *Integrated Solid Waste Management as a Tool for Effective Sustainable Practice*. SSRN eLibrary. Volume 65. Page 626 – 631

Karmana, Oman. 2007. *Cerdas Belajar Biologi*, Grafindo Media Pratama. Bandung.

Kumar S., Panda, A K., dan Singh, R K. 2011. *A Review on Tertiary Recycling of HighDensity Polyethylene to Fuel*. Resources, Conservation and Recycling Vol. 55 893– 910

Mujiarto, I. (2005). *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*. Traksi. Vol. 3. No. 2. Halaman 65-73

Marpaung, G.S., dan Widiaji. 2009. *Raup Rupiah dari Sampah Plastik*. Pustaka Bina Swadaya. Jakarta.

- Mulyadi, E., 2004, *Termal Dekomposisi Sampah Plastik*, Jurnal Rekayasa Perencanaan, ISSN 1829-913x, Vol-1, halaman 1-10
- Obeid, F., Zeaiter, J., Al-Muhtaseb, A.H., dan Bouhadir, K. 2014. *Thermo-Catalytic Pyrolysis of Waste Polyethylene Bottles in A Packed Bed Reactor with Different Bed Materials and Catalysts*. Energy Conversion and Management. 85:1–6.
- Osueke dan Ofundu (2011) *Conversion of Waste Plastics (Polyethylene) to Fuel by Means of Pyrolysis*, (IJAEST) International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies, Vol. No. 4, Issue No. 1, 021 – 024
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 65 Tahun 2001 *Tentang Pajak Daerah*.
- Putra, H. P dan Yebi, Y. 2010. *Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. Vol. 2 No. 1. Halaman 26
- Rangkuti, dkk. 2019. Pembuatan minyak plastik dengan proses pirolisis. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti. Vol. 14 No. 1 (April 2019) Hal. 1-4
- Santoso, J. (2010). Uji Sifat Minyak Pirolisis dan Uji Performasi Kompor Berbahan Bakar Minyak Pirolisis dari Sampah Plastik. Tugas Akhir. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Sarker, M., Rashid, M.M., Rahman, M.S., dan Molla, M., 2012, *Environmentally Harmful Low Density Waste Plastic Conversion into Kerosene Grade Fuel*, Journal of Environmental Protection, 2012, 3, 700 – 708.
- SK SNI-M-36-1991-03 tentang metoda pengambilan dan pengukuran contoh timbulan komposisi sampah perkotaan.
- Subramanian, P.M. (2000). *Plastics Recycling and Waste Management in the US*. Resources, Conservation and Recycling 28 (2000)253-263

- Sumartono. 2019. *Produksi Bahan Bakar Minyak Dari Limbah Plastik HDPE dan PETE 1 kg*. SEMNASTEK UISU. ISBN: 978-623-7297-02-4. Halaman 100-101
- Susilowarno, G. 2007. *Biologi SMA*. Grasindo. Jakarta.
- SNI 19-3-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.
- SNI 19-3964-1994 Tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan.
- Susilowarno, Gunawan, et. Al. (2007). *Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Grasindo.
- Surono, U.B. (2013). *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurnal Teknik, Vol.3, No. 1. Halaman 33-36
- Syamsiro, M., Saptoadi, H., Norsujianto, T., Noviasri, P., Cheng, S., Alimuddin, Z., dan Yoshikawa, K. (2014). *Fuel Oil Production from Municipal Plastik Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors. Conference and Exhibition Indonesia Renewable Energy and Energy Conservation*. Energy Procedia 47. Page 180 – 188
- Tchobanoglous, G, Theisen, H, Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Waste Management : Engineering Principles and Management Issues*. Mc. GrawHill, Inc: New York
- Tubnonghee. R., Sanongraj, S., Sanongraj, W. (2010) *Comparative Characteristics of Derived Plastic Oil and Commercial Diesel Oil*, The 8th Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technologies (APRC2010), Ubon Ratchathani University, Ubonratchathani, Thailand
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 1990 Tentang Kepariwisataaan.

UNEP (United Nations Environment Programme), (2009) *Converting Waste Plastics Into a Resource*, Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre, Osaka/Shiga

Vesilind et. all. 2002. *Solid Waste Engineering*. Amerika: Thomson Learning Inc.

