

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada hotel bintang 3 di Kota Yogyakarta. Hotel ini meliputi Hotel A, Hotel B, Hotel C, Hotel D, Hotel E, Hotel F, dan keenam hotel ini berada di tengah pusat Kota Yogyakarta. Dapat dilihat pada gambar 4.1 gambaran kondisi eksisting yang terdapat pada masing-masing hotel meliputi jumlah kamar, fasilitas hotel, jarak hotel ke lokasi wisata terdekat, serta ukuran Tempat Penampungan Sementara (TPS) yang dimiliki setiap hotel, letak keenam hotel ini berada di tengah pusat Kota Yogyakarta. Berikut penjelasan mengenai kondisi eksisting pada hotel yang digunakan sebagai tempat sampling untuk penelitian ini:

Tabel 4.1 Kondisi eksisting Hotel Kota Yogyakarta

	Hotel A	Hotel B	Hotel C	Hotel D	Hotel E	Hotel F
Jumlah kamar	58	116	64	154	72	36
Fasilitas	1. Kolam renang 2. Restoran 3. Ruang pertemuan	1. Kolam renang 2. Restoran 3. Ruang pertemuan 4. Pusat kebugaran	1. Kolam renang 2. Restoran 3. Ruang pertemuan	1. Kolam renang 2. Restoran 3. Ruang pertemuan 4. SPA	1. Kolam renang 2. Restoran 3. Ruang pertemuan	1. Kolam renang 2. Restoran 3. Ruang pertemuan
Jarak ke lokasi wisata terdekat (km)	2,2	2,4	1,4	1,2	0,5	2,3
Ukuran TPS	TPS basah dan kering: 3 x 2 x 3 m	TPS basah: 1,5 x 1 x 2 m TPS kering: 1 x 1 x 2 m	TPS basah dan kering: 1,5 x 0,75 x 0,75 m	TPS basah: 1 x 1 x 3 m TPS kering: 1 x 1 x 3 m	TPS basah dan kering: 2 x 1,5 x 3 m	660 L
Waktu pengangkutan sampah	5:00	23:00 - 03:00	14.00	5:00	21:00-03:00	06:00-07:00
Jarak dari Bandara (km)	8	12	9	8	8	14

1. Hotel A

Hotel yang berada di jalan Jl. Prawirodaman ini menawarkan akomodasi dengan arsitektur bergaya kolonial di Kota Yogyakarta. Hotel ini memiliki jarak tempuh 15 menit berkendara menuju Jalan Perbelanjaan Malioboro. Pariwisata terdekat adalah Taman Sari terletak 2,2 km dari Hotel A. Hotel A ini memiliki lokasi TPS didalam basement disebelah utara dekat parkir motor. Untuk bagian TPS pada Hotel A ini membagi limbahnya menjadi 2 ruangan, yaitu sampah basah yang digabung dengan sampah kering serta ruang penyimpanan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang mana bangunan limbah B3 ini terletak didekat parkir mobil. Sampah basah hotel berasal dari sisa kegiatan dapur, sedangkan sampah kering berasal dari kamar pengunjung serta kantor. Untuk pengangkutan sampah pada Hotel A dilakukan pada jam 05:00 subuh. Sehingga pada saat peneliti melakukan sampling, dilakukan pada jam 22:00. Dan untuk mengetahui keakuratan sampah totalan yang dihasilkan hotel, maka peneliti melakukan wawancara pada petugas hotel.



Gambar 4.1 Ruang TPS Basah dan Kering pada Hotel A

2. Hotel B

Hotel yang terletak di jalan HOS Cokroaminoto ini berjarak 2,4 km dengan Malioboro Mall. Hotel B berjarak 2,5 km dari Taman Pintar dan 2,6 km dari Keraton Yogyakarta. Bandara terdekat dengan hotel ini adalah Adisucipto dan akomodasi ini menawarkan layanan antar-jemput bandara berbayar. Hotel B memiliki lokasi TPS didalam *basement* paling belakang, didekat parkir mobil. Untuk bagian TPS pada Hotel B ini membagi limbahnya menjadi 3 ruangan yang letaknya beriringan, yaitu sampah basah, sampah kering serta ruang penyimpanan limbah B3. Hotel B bekerjasama dengan pengepul atau pihak ketiga untuk mengelola sampah keringnya.



Gambar 4.2 Ruang TPS Basah dan Kering pada Hotel B

3. Hotel C

Hotel C terletak di Jalan Mangkuyudan, Yogyakarta. Hotel ini berjarak sekitar 1 km dari pusat kota, Hotel C merupakan lokasi yang sangat baik dalam menyediakan akses ke tempat-tempat wisata di kota ini. Jarak Tempat pariwisata terdekat dari Hotel C adalah Taman Sari yaitu berjarak 1,4 km, Keraton Yogyakarta 1,59 km, Jalan Malioboro 2,4 km, serta Gunung Merapi 26,67 jarak dari Stasiun Lempuyangan sejauh 3,61 km. Lokasi TPS Hotel C berada belakang bangunan hotel dekat parkir motor karyawan. Untuk bagian TPS pada Hotel C ini membagi limbahnya menjadi 2 ruangan, yaitu sampah basah dan sampah kering. Sehingga

peneliti melakukan sampling pada jam 13:00. Sampling dibimbing langsung dengan HRD Hotel C.



Gambar 4.3 Ruang TPS Basah dan Kering pada Hotel C

4. Hotel D

Hotel D menawarkan akomodasi yang modern di Yogyakarta. Hotel terletak dekat dengan tempat-tempat wisata seperti Jalan Malioboro dan Benteng Vredenburg yaitu berjarak 1,2 km, sedangkan jarak Hotel D menuju Keraton Yogyakarta adalah 1,2 km. Hotel D menerapkan pengurangan sampah plastik seperti mengganti sedotan plastik dengan sedotan *stainless*. Pada Hotel D memiliki lokasi TPS didalam *basement* disebelah timur parkir motor pengunjung. Untuk bagian TPS pada Hotel D ini membagi limbahnya menjadi 3 ruangan, yaitu sampah basah, sampah kering serta ruang penyimpanan limbah B3 yang mana bangunan limbah B3 ini terletak disebelah utara parkir motor pengunjung. Pada saat melakukan penelitian, peneliti dibimbing langsung oleh petugas hotel.



Gambar 4.4 Ruang TPS Kering pada Hotel D **Gambar 4.5** Ruang TPS Basah pada Hotel D

5. Hotel E

Hotel E terletak di Yogyakarta, 500 meter dari Jalan Malioboro, sementara Benteng Vredeburg terletak sejauh 900 meter. Hotel E memiliki lokasi TPS didalam *basement* didekat parkir mobil. TPS pada Hotel E ini membagi limbahnya menjadi 2 ruangan, yaitu sampah basah yang digabung dengan sampah kering serta ruang penyimpanan limbah B3. Dapat dilihat pada gambar 4.7 bahwa Hotel E mengumpulkan sampah botol plastiknya yang mana nantinya akan diberikan ke pengepul. Penelitian dilakukan pada jam 22:00 dan dibimbing langsung oleh HRD dan petugas hotel.



Gambar 4.6 Ruang TPS Basah dan Kering pada Hotel E



Gambar 4.7 Tempat Penyimpanan Botol Bekas pada Hotel E

6. Hotel F

Hotel E terletak di Jalan Patangpuluhan Yogyakarta ini menawarkan teras serta restoran. Pariwisata terdekat dengan Hotel F adalah Museum Sonobudoyo yang berjarak 2,3 km dan 3 km dari Taman Pintar. Hotel E menerapkan sistem *reduce*, yaitu mengurangi sampah plastik botol yang digantikan dengan botol kaca. Hotel F memiliki lokasi TPS dibelakang hotel disebelah timur mushola dekat parkir motor petugas hotel. Pada saat peneliti melakukan sampling, dilakukan pada jam 22:00 dan dipandu langsung oleh petugas hotel.



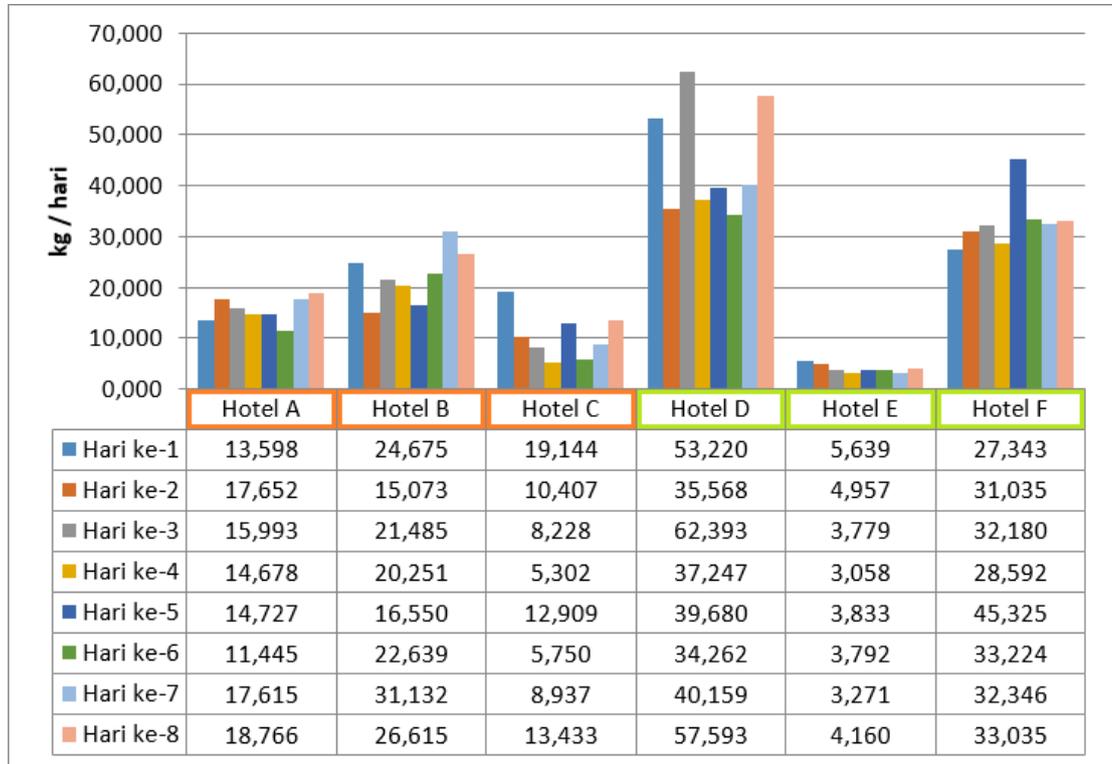
Gambar 4.8 Box TPS Basah dan Kering pada Hotel F

4.2 Analisis Timbulan

Definisi timbulan sampah menurut SNI 19- 2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita perhari, atau per luas bangunan, atau per panjang jalan.

Untuk mengetahui banyaknya sampah yang dihasilkan oleh hotel di Kota Yogyakarta maka perlu dilakukannya perhitungan timbulan yang mengacu pada SNI 19-3964-1994. Tujuan dari perhitungan timbulan ini ada untuk mengetahui

perencanaan suatu sistem pengelolaan persampahan yang baik dan komplit, mulai dari sumber, pewadahan, pengumpulan, transportasi hingga ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).



Gambar 4.9 Berat Sampah Plastik Hotel Kota Yogyakarta

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 4.9 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 4.9 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.

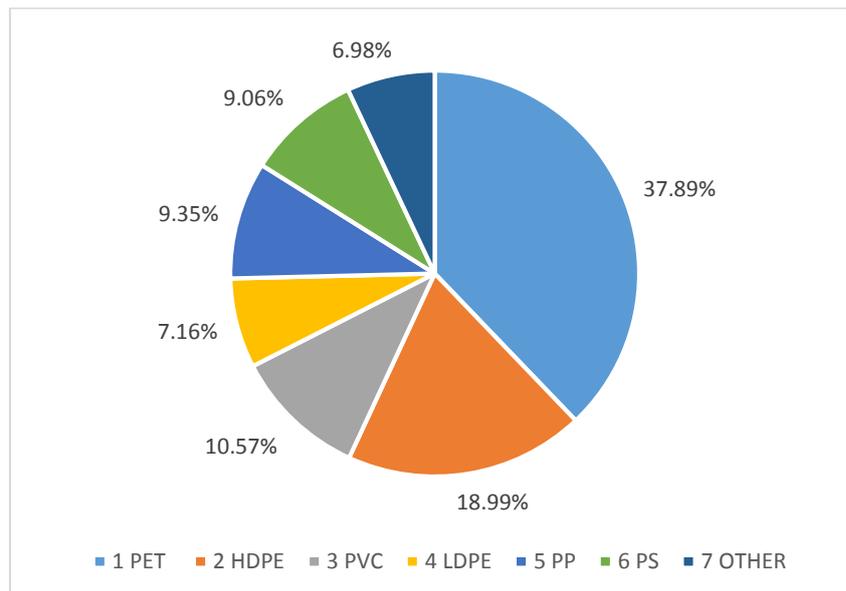
Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa faktor yang sangat mempengaruhi banyaknya timbulan sampah plastik pada hotel antara lain adalah letak dari pada hotel itu sendiri yang dekat tidaknya dengan kawasan pusat kota dan pariwisata. Selain lokasi tempat yang banyaknya jumlah kamar yang tersedia 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.

4.3 Analisis 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. Salah satu karakteristik fisika sampah adalah berat jenis. Karakteristik kimia sampah salah satunya adalah analisa perkiraan (*proximate analysis*) terhadap komponen sampah mudah terbakar, yang meliputi (Tchobanoglous *et al.*, 1993):

- a. Kelembapan (kadar air berkurang pada 105°C selama 1 jam);
- b. Volatile combustible matter (berat sampah yang berkurang pada pemanasan 950°C);
- c. Fixed carbon (sisa material setelah volatil hilang);
- d. Ash (sisa pembakaran).



Gambar 4.10 Komposisi Sampah Plastik.

Tabel 4.2 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 4.3 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

4.3.1 *Polyethylene Terephthalate (PET / PETE)*

Sebagian besar industri menganggap daur ulang plastik jenis PET sebagai hal yang baik karena sifat kimianya, plastik jenis ini mempunyai resistensi bagus. Berat molekul PET berkurang karena kelembaban penyerapan, kontaminasi biologis, oksidasi, degradasi termal dan suhu tinggi. Selama proses daur ulang, terjadi degradasi kimia dan degradasi mekanik, sehingga berdampak pada sifat-sifat mekanis daur ulang limbah PET. Faktor-faktor dari daur ulang PET dapat

menurunkan fisik, mekanik, kimia dan sifat reologi juga menyebabkan kerapuhan polimer. Faktor ini juga memimpin hilangnya perilaku elastisitas leleh PET daur ulang (Fechine, 2002). Sifat-sifat yang diinginkan dari PET (jelas, ringan, kekuatan tinggi, kekakuan, karakteristik *creep* yang menguntungkan, penyerapan rasa yang rendah, ketahanan kimia yang tinggi, sifat penghalang dan harga rendah) menjadikannya bahan pilihan untuk dijadikan wadah minuman ringan berkarbonasi, serat dan film (Bjorksten, 1956). Karena biaya rendah, penampilan estetika yang lebih baik, dan penanganan yang lebih baik, PET lebih disukai daripada polimer polikarbonat (PC) (VanderPlaats, 1999).

Dapat dilihat pada gambar 4.10 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.

Di dalam membuat PET, menggunakan bahan yang disebut dengan antimoni trioksida, yang berbahaya bagi para pekerja yang berhubungan dengan pengolahan ataupun daur ulangnya, karena *antimoni trioksida* masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernafasan, yaitu akibat menghirup debu yang mengandung senyawa tersebut. Adanya bahaya yang ditimbulkan oleh plastik berjenis PET, terkontaminasinya senyawa ini dalam periode yang lama akan mengalami: iritasi kulit dan saluran pernafasan. Bagi pekerja wanita, senyawa ini meningkatkan masalah menstruasi dan keguguran, pun bila melahirkan, anak mereka

kemungkinan besar akan mengalami pertumbuhan yang lambat hingga usia 12 bulan.

Dapat dilihat pada tabel 4.2 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*. Dari proses ini akan dihasilkan arang, minyak dari kondensasi gas seperti *parafin*, *isoparafin*, *olefin*, *naphthene* dan aromatik, serta gas yang memang tidak bisa terkondensasi.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan pada plastik jenis PET 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. Didapatkan 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 (Sumartono *et al.*, 2018).

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 jumptan 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.

4.3.2 High Density Polyethylene (HDPE)

HDPE merupakan polietilen dengan jumlah rantai cabang yang lebih sedikit dibandingkan dengan PE. Rantai cabang yang lebih sedikit ini membuat plastik HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Ikatan hidrogen antar molekul yang berada pada plastik ini juga berperan dalam menentukan titik leleh plastik (Harper, 1975).

Pada gambar 4.10 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 shampo. 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 4.2 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 volatilenya 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. Didapatkan 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).

4.3.3 Polyvinyl Chloride (PVC)

PVC merupakan polimer termoplastik ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia. Di seluruh dunia, lebih dari 50% PVC yang diproduksi dipakai dalam konstruksi bangunan. PVC banyak digunakan pada konstruksi bangunan karena PVC relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. PVC bisa dibuat lebih 9 elastis dan fleksibel dengan menambahkan plastiksizer. PVC yang memiliki sifat fleksibel umum dipakai sebagai bahan pakaian, perpipaan, atap, dan insulasi kabel listrik. PVC diproduksi dengan cara polimerisasi monomer *vinil klorida* ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$). Dari sifat fisiknya PVC merupakan jenis plastik yang paling sulit didaur ulang. PVC mempunyai sifat keras, kaku, jernih dan mengkilap, sangat sukar ditembus air dan permeabilitas gasnya rendah sehingga sesuai untuk mengemas makanan yang banyak mengandung air (Suyitno, 1990).

Pada gambar 4.10 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.

PVC mengandung DEHA yang dapat bereaksi dengan makanan yang dikemas dengan plastik berbahan PVC ini saat bersentuhan langsung dengan makanan

tersebut, titik lelehnya 70 – 140°C. Kandungan dari PVC yaitu DEHA yang terdapat pada plastik pembungkus dapat bocor dan masuk ke makanan berminyak bila dipanaskan. Reaksi yang terjadi antara PVC dengan makanan yang dikemas dengan plastik ini berpotensi berbahaya untuk ginjal, hati dan penurunan berat badan. Jika jenis plastik PVC ini dibakar dapat mengeluarkan racun. Sehingga sebaiknya mencari alternatif pembungkus makanan atau kemasan minuman, seperti bahan alami (daun pisang misalnya).

Pada tabel 4.2 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 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. Didapatkan untuk limbah plastik PVC 1 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak 35 ml dengan waktu proses selama 1 jam.

4.3.4 *Low Density Polyethylene (LDPE)*

LDPE adalah plastik tipe cokelat sering dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang bersifat lunak. Plastik LDPE memiliki ciri kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 gmL⁻¹, separuhnya berupa kristalin (50- 60%) dan memiliki titik leleh 1150C. (Billmeyer, 1971). Secara fisik LDPE lebih fleksibel dan kerapatannya lebih kecil dibandingkan HDPE. Perkembangan selanjutnya, telah diproduksi LDPE yang memiliki bentuk linier dan dinamakan *Low Linear Density Poliethylene (LLDPE)*.

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 4.2 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. Didapatkan untuk limbah plastik LDPE 1 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak 240 ml dengan waktu proses selama 1 jam.

(Sarker *et al.*, 2012) penelitian sampah plastik LDPE diolah menjadi kerosin dengan metode *thermal cracking* pada tekanan atmosfer dan dengan temperatur

antara 150 °C dan 420 °C. Proses depolimerisasi dilakukan tanpa penambahan katalis. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa kerosin yang didapat sekitar 30 %. Bahan bakar yang diperoleh dari proses ini mempunyai kandungan sulfur yang rendah dan nilai kalor yang baik. *Catalytic cracking*, *cracking* cara ini menggunakan katalis untuk melakukan reaksi peretakan. Dengan adanya katalis, dapat mengurangi temperatur dan waktu reaksi.

Pada penelitian Osueke dan Ofundu (2011) dilakukan 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.

4.3.5 *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.

Plastik PP memiliki sifat sangat mirip dengan plastik PE, dan sifat-sifat penggunaannya juga serupa (Brody, 1972). Plastik PP memiliki sifat lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap (Winarno dan Jenie, 1983). Monomer PP diperoleh dengan pemecahan secara thermal *naphtha* (distilasi minyak kasar) *etilen*, *propylene* dan *homologues* yang lebih tinggi dipisahkan dengan distilasi pada temperatur rendah. Dengan menggunakan katalis

Natta-Ziegler polypropilen dapat diperoleh dari propilen (Birley *et al.*, 1988). Plastik berjenis PP ini sangat aman untuk menyimpan kemasan berbagai makanan dan minuman dan tidak menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan.

Pada tabel 4.2 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. Didapatkan untuk limbah plastik PP 1 kg dapat menghasilkan BBM sebanyak 315 ml dengan waktu proses selama 1 jam.

4.3.6 Polystyrene (PS)

PS adalah produk polimerisasi dari monomer-monomer stirena, dimana monomer stirena-nya didapat dari hasil proses dehidrogenisasi dari etil benzena (dengan bantuan katalis). Etil benzena sendiri merupakan hasil reaksi antara etilena dengan benzena (dengan bantuan katalis). PS mempunyai softening point rendah (900°C) sehingga PS tidak digunakan untuk pemakaian pada suhu tinggi,

atau misalnya pada makanan yang panas. Suhu maksimum yang boleh dikenakan dalam pemakaian adalah 750°C. Disamping itu, PS mempunyai sifat konduktivitas panas yang rendah (Mujiarto, 2005).

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 *caffe* 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.

Plastik PS sangat berbahaya, karena selain berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, pertumbuhan dan sistem syaraf, juga bahan ini sulit didaur ulang. Bila didaur ulang, bahan ini memerlukan proses yang sangat panjang dan lama. Jika tidak tertera kode angka dibawah kemasan plastik, maka bahan ini dapat dikenali dengan cara dibakar (cara terakhir dan sebaiknya dihindari). Ketika dibakar, bahan ini akan mengeluarkan api berwarna kuning-jingga, dan meninggalkan jelaga.

Pada tabel 4.2 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 dimana sampah plastik jenis PS dibakar di dalam reaktor untuk diuapkan materi hidrokarbonya, kemudian setelah materi hidrokarbon ini diuapkan kemudian didinginkan di dalam kondensor untuk diembunkan. Pengembunan yang dilakukan ini bertujuan menjadikan uap

tersebut menjadi minyak. 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 . Hal ini disebabkan karena suhu tinggi, semakin tinggi suhu pembakaran sampah plastik yang terbakar juga semakin sempurna sehingga sampah benar benar bisa habis terbakar dan menyebabkan hasilkan volume semakin banyak. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil volume minyak terbanyak adalah pada temperatur dinding reaktor 700°C yaitu sebesar 375 ml dengan konsumsi elpiji sebesar 0,12 kg.

4.3.7 OTHER

Salah satu plastik Other adalah ABS. Plastik ABS merupakan kelompok plastik yang tergolong dalam engineering thermoplastik yang berisi tiga monomer pembentuk. Akriilonitril bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. Butadiene member perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan sifat liat (toughness). Sedangkan stirena menjamin kekakuan (rigidity) dan mudah diproses (Mujiarto, 2005).

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.

Plastik jenis PC – *polycarbonate*, dapat mengeluarkan bahan utamanya yaitu *Bisphenol-A* ke dalam makanan dan minuman yang berpotensi merusak sistem hormon, kromosom pada ovarium, penurunan produksi sperma, dan mengubah fungsi imunitas. Dianjurkan untuk tidak dipergunakan untuk tempat makanan ataupun minuman karena *Bisphenol-A* dapat berpindah ke dalam minuman atau makanan jika suhunya dinaikkan karena pemanasan. Padahal biasanya botol susu dipanaskan dengan cara direbus atau dengan microwave untuk tujuan sterilisasi

atau dituangi air mendidih atau air panas. Pada plastik OTHER berbahan SAN dan ABS memiliki resistensi yang tinggi terhadap reaksi kimia dan suhu, kekuatan, kekakuan, dan tingkat kekerasan yang telah ditingkatkan. SAN dan ABS merupakan salah satu bahan plastik yang sangat baik untuk digunakan.

Pada tabel 4.2 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 4.3 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.

Tabel 4.4 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

Pada tabel 4.4 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 timbunan 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. Dari hasil penelitian sekitar 20% dari volume destilasi berkarakter minyak bensin dan 80% berkarakter minyak solar. Maka dapat dikatakan bahwa minyak plastik yang dihasilkan adalah lebih berkarakteristik minyak solar. 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.

Pemanfaatan limbah plastik terutama dari jenis *polyethylene* 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 450⁰ C dan aktivasi HCl 1 M seberat 3 gram untuk ukuran 100-200 mesh dapat menurunkan kadar fospat sebesar 45,45% pada limbah laundry dan karbon aktif untuk ukuran 30-60 mesh dapat menurunkan kadar fospat sebesar 42,70% (Wisnu *et al.*,2013). 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 juga dapat dimanfaatkan menjadi *paving block*. Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya (Siregar, 2019) dapat dilihat bahwa persentase lebur merupakan acuan kualitas hasil press *paving block*, di mana temperatur yang dipilih adalah range 75°C, 100°C, 125°C, 150°C, dan 175°C. Di mana lama pemanasan dibuat seragam yaitu 30 menit dengan tekanan yang sama yaitu 6,28 kPa. Pada temperature 75°C diperoleh

paving block dengan kualitas rendah adapun plastik hanya mengalami peleburan sebesar 20%. Kualitas *paving block* berbanding lurus terhadap besar temperatur maksimum yang telah diatur, yaitu pada temperatur 175°C mengalami peleburan 100 %, maka hal ini dapat dinyatakan bahwa pada temperature ini adalah temperatur pemanasan yang paling sesuai.

Selain pemanfaatan diatas, sampah plastik juga dapat dijadikan kerajinan tangan. Kegiatan dari proses daur ulang plastik (*recycle*) yang bertujuan untuk mengubah penggunaan barang plastik supaya tetap bermanfaat, misalnya dengan membuat tas atau produk berguna dan bernilai jual. Selain itu dapat juga dilakukan kegiatan pengurangan pemakaian (*reduce*) yang bertujuan meminimalkan jumlah plastik yang akan berakhir menjadi sampah setiap hari, misalnya dengan mengurangi barang-barang yang menggunakan plastik. Langkah lain yang dapat juga dilakukan untuk meminimalkan penggunaan plastik baru adalah pemakaian ulang (*reuse*) bertujuan untuk memaksimalkan penggunaan barang plastik yang sudah ada, misalnya dengan menggunakan kantong plastik yang sudah ada sebelumnya yang masih berfungsi dengan baik.

4.4 Dampak Buruk Plastik Bagi Lingkungan

Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan akan plastik terus meningkat. Banyak sekali benda – benda yang terbuat dari plastik dari mainan hingga perabotan rumah tangga. Bahkan banyak jenis makanan dan minuman menggunakan bahan plastik sebagai pembungkus kemasannya. Selain fungsinya yang praktis dan desain kemasan yang menarik, menjadikan plastik banyak di gemari oleh masyarakat. Namun, disamping banyaknya manfaat yang didapat dari plastik banyak juga bahaya yang di timbulkan dari plastik ini, seperti dampak sampah plastik yang mencemari lautan. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), 80% sampah yang dibuang ke laut berasal dari daratan dan 90% merupakan sampah plastik. Sampah plastik di lautan Indonesia diperkirakan mencapai 187,2 juta ton per tahun (Jambeck *et al*, 2015). Besarnya jumlah sampah plastik yang telah terakumulasi dalam lingkungan alam dan di tempat pembuangan sampah. Sekitar 10 persen dari berat aliran limbah kota adalah plastik (Barnes *et al.*, 2009). Plastik yang dibuang juga mencemari berbagai macam terestrial alami, air tawar dan habitat laut.

Adanya kontaminasi tanah yang tidak sengaja dengan fragmen plastik kecil sebagai konsekuensi dari penyebaran lumpur limbah (Zubris & Richards, 2005), dari fragmen kompos plastik dan kaca yang terkontaminasi dari limbah padat kota (Brinton, 2005) dan dari plastik dibawa ke aliran, sungai dan akhirnya laut oleh air hujan dan terjadilah peristiwa banjir (Thompson *et al.*, 2005). Adanya laporan tentang bangkai burung laut yang mati karena plastik yang dikumpulkan dari garis pantai di awal 1960-an membuat permasalahan sampah plastik ini semakin serius (Harper & Fowler, 1987), luasnya masalahnya sampah plastik menjadi tidak salah lagi dengan adanya puing-puing plastik yang mencemari lautan dari kutub ke kutub Khatulistiwa dan dari garis pantai ke laut dalam. Plastik mewakili proporsi yang cukup besar (50 -80%) dari puing puing garis pantai (Barnes *et al.*, 2009). Kuantitas sangat bervariasi dalam waktu dan ruang, namun adanya laporan lebih dari 100.000 item m² di beberapa garis pantai (Gregory 1978) dan hingga 3. 520.000 item km² di permukaan laut (Yamashita & Tanimura, 2007).

Meskipun mereka sifat apung, plastik bisa menjadi busuk dengan kehidupan laut dan sedimen menyebabkan barang tenggelam ke dalam dasar laut. Misalnya, dasar laut dangkal di Brasil yang lebih banyak terkontaminasi daripada garis pantai (Oigman-Pszczol & Creed, 2007), menunjukkan bahwa dasar laut mungkin menjadi wastafel utama bahkan untuk puing-puing laut awalnya apung (Barnes *et al.*, 2009). Di beberapa lokasi di Eropa, telah menyebutkan bahwa jumlah di dasar laut dapat melebihi 10.000 item ha, dan puing-puing bahkan telah dilaporkan lebih dari 1000 m di bawah permukaan laut (Barnes *et al.*, 2009; Gregory, 2009; Ryan *et al.*, 2009).

Adapun dampak pada tanah, sampah plastik yang berada dalam tanah yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme menyebabkan mineral-mineral dalam tanah baik organik maupun anorganik semakin berkurang, hal ini menyebabkan jarangya fauna tanah, seperti cacing dan mikorganisme tanah, yang hidup pada area tanah tersebut, dikarenakan sulitnya untuk memperoleh makanan dan berlidung. Selain itu kadar O₂ dalam tanah semakin sedikit, sehingga fauna tanah sulit untuk bernafas dan akhirnya mati. Ini berdampak langsung pada tumbuhan yang hidup pada area tersebut. Tumbuhan membutuhkan mikroorganisme tanah sebagai perantara dalam kelangsungan hidupnya (Ahmann D dan Dorgan J R, 2007).