

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Pengamatan Lokasi Penelitian

Penelitian sampah plastik dilakukan di kawasan konservasi mangrove baros yang berada di Padukuhan Baros, Desa Tirtohargo, Kecamatan Kresek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Berdasarkan letak geografisnya di koordinat $08^{\circ} 00' 286''S$ $110^{\circ} 16' 59.4''E$ serta memiliki jarak sekitar 18,8 km dari Kota Bantul. Kawasan ini memiliki luas area 5 Ha yang dibuat dengan maksud sebagai kawasan edukasi hutan mangrove oleh pemerintah. Namun, seiring berjalannya waktu kawasan tersebut kurang terawat sehingga banyak sampah yang berserakan di sekitar hutan mangrove baros. Berikut beberapa foto kawasan konservasi mangrove Baros :



Gambar 4. 1. Foto-foto Kawasan Konservasi Mangrove Baros

Sampah yang berada di hutan mangrove baros berasal dari laut akibat pasang surut, sampah pengunjung, dan sampah dari Sungai Opak karena kawasan hutan mangrove baros berada di hulu dari Sungai Opak. Dari banyaknya sumber sampah yang berada disekitar kawasan hutan mangrove menyebabkan banyaknya sampah yang menumpuk dan tersangkut di hutan mangrove.

4.2. Identifikasi Jenis Sampah Plastik

Survei yang telah dilakukan di kawasan konservasi mangrove Baros terdapat banyak sampah plastik yang berserakan. Plastik dapat dibedakan menjadi berbagai jenis, menurut (Koswara, 2014) jenis-jenis plastik dapat dibedakan menjadi tujuh jenis, seperti berikut : PET / PETE (*Polyethylene Terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), V / PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*), dan OTHER : SAN (*styrene acrylonitrile*), ABC (*acrylonitrile butadiene styrene*), PC (*polycarbonate*), dan Nylon.

Pada saat sampling sampah plastik dipilah menjadi tujuh jenis (PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, dan OTHER). Namun, pada kenyataannya tidak semua jenis sampah plastik tersebut ditemukan di kawasan hutan mangrove baros. Jenis sampah plastik yang tidak ditemukan yaitu jenis HDPE (*High Density Polyethylene*). Jenis sampah plastik PET / PETE (*Polyethylene Terephthalate*) yang banyak ditemukan adalah botol kemasan air mineral. Jenis sampah plastik V / PVC (*Polyvinyl Chloride*) yang banyak ditemukan adalah botol sabun cuci muka. Jenis sampah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) yang banyak ditemukan adalah kantong kresek, plastik bening, dan polybag.

Jenis sampah plastik PP (*Polypropylene*) yang banyak ditemukan adalah tutup botol, cup plastik, sedotan dan mainan anak. Jenis sampah plastik PS (*Polystyrene*) yang banyak ditemukan adalah sendok plastik, gelas plastik, dan styrofoam. Jenis sampah plastik OTHER : SAN (*styrene acrylonitrile*), ABC (*acrylonitrile butadiene styrene*), PC (*polycarbonate*), dan Nylon yang banyak ditemukan adalah plastik kemasan mie, ciki, minyak goreng, dan sabun mandi cair, sikat gigi.

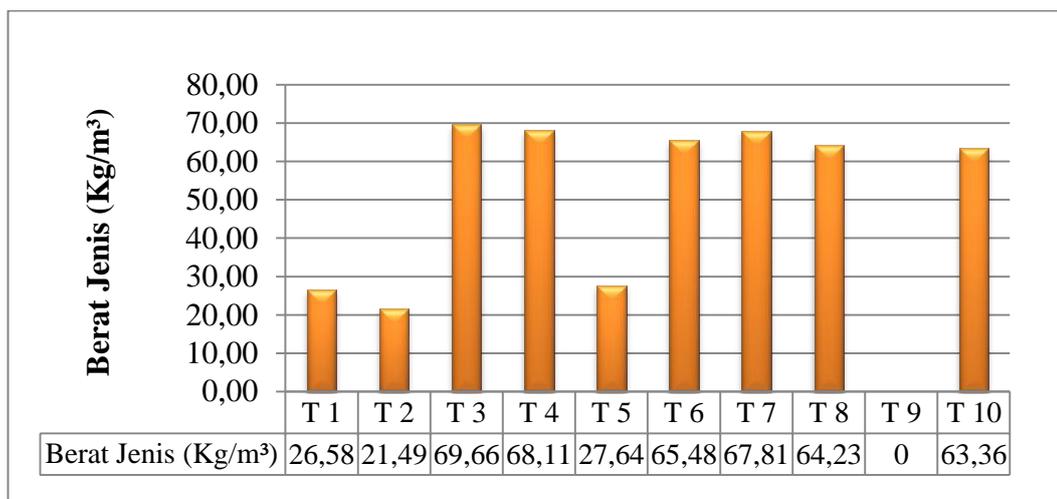
4.3. Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika yang akan diuji yaitu berat jenis. Berat jenis sampah adalah perbandingan antara satuan berat sampah per satuan volume sampah. Berat jenis sampah dapat digunakan untuk mengukur atau menakar volume sampah yang dihasilkan dalam luasan area tertentu berdasarkan timbulan sampahnya (kg/m^3). Data berat jenis sampah umumnya dibutuhkan untuk memperkirakan total massa dan volume sampah yang harus dikelola dengan baik. Pengukuran berat jenis dilakukan seperti pada gambar 4.2. dibawah ini :



Gambar 4. 2. (a) Penimbangan Sampel, (b) Pengukuran Volume Sampel

Gambar (a) menunjukkan penimbangan sampel menggunakan *trash bag* dan timbangan digital untuk mengukur berat sampel. Sedangkan gambar (b) menunjukkan pengukuran volume sampel menggunakan kardus berukuran 35 x 24 x 20,5 cm. Menurut Tchobanoglous (1993), berat jenis bergantung pada lokasi geografis, komposisi sampah yang masuk, lama penyimpanan sampah, dan kondisi cuaca pada saat pengambilan sampel. Berikut adalah berat jenis sampah plastik di kawasan konservasi mangrove Baros :



Gambar 4. 3. Berat Jenis Sampah Plastik

Berdasarkan Gambar 4.3. berat jenis sampah plastik di kawasan konservasi hutan mangrove Baros setiap titiknya memiliki rentan nilai yang berbeda-beda. Hasil tersebut didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan persamaan 3.5.1. Berat Jenis. Simbol T1, T2, dan seterusnya pada gambar 4.3. merupakan perwakilan titik 1, titik 2, dan seterusnya.

Terdapat 10 titik sampling namun hanya 9 titik yang terdapat sampah plastik. Satu titik yaitu titik 9 merupakan daerah tanah lapang, tempat parkir, dan kantor. Sehingga pada titik tersebut tidak didapatkan timbunan sampah plastik. Dari Sembilan titik tersebut didapatkan rata-rata berat jenis sampah plastik sebesar 52,70 kg/m³. Berat jenis sampah plastik paling sedikit berada di titik 2 sebesar 21,49 kg/m³, sedangkan paling banyak berada di titik 3 sebesar 69,66 kg/m³.

Berat jenis sampah juga dipengaruhi oleh kondisi letak titik sampling. Kondisi pada 10 titik sampling tersebut berbeda-beda. Letak titik sampling dapat mempengaruhi kondisi sampah plastik. Dilihat pada gambar 4.2. hasil berat jenis pada titik 1, 2, dan 5 lebih sedikit dibandingkan dengan yang lain. Hal tersebut disebabkan titik 1 dan 2 berada dibagian ujung barat dari kawasan konservasi hutan mangrove yang sebagian besar kawasan tersebut adalah perairan. Dengan begitu cakupan area sampling sampah plastik menjadi sempit dan menghasilkan berat jenis yang sedikit. Sampah plastik pada titik ini berasal dari perairan, ketika

terjadinya pasang surut air laut maka sampah plastik akan ada yang tertinggal disela-sela hutan mangrove. Sedangkan pada titik 5 merupakan tanah lapang yang tidak ada tanaman mangrovenya dan berada dibagian selatan menghadap ke laut lepas. Oleh karena itu, sampah plastik yang berada di titik 5 berasal dari lautan ketika terjadinya pasang surut air laut dan sampah plastik tertinggal menyangkut di tumbuhan ilalang.

Pada gambar 4.2. menunjukkan titik 3, 4, 6, 7, 8, dan 10 menghasilkan berat jenis yang banyak. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh letak titik sampling. Titik 3, 4, 6, dan 7 berada dibagian selatan hutan mangrove yang berhadapan langsung dengan laut lepas. Sedangkan disisi utaranya terdapat sungai yang teraliri air ketika air laut pasang. Sampah plastik pada titik ini berasal dari lautan yang terbawa ketika pasang surut air laut terjadi dan tersangkut di hutan mangrove. Sedangkan untuk titik 8 dan 10 berada di bagian utara hutan mangrove yang dekat dengan daratan namun juga ada sungai yang mengalir ditengah area ini. Sebagian area titik 8 berhadapan langsung dengan lautan. Sampah plastik pada area ini dapat berasal dari lautan dan daratan. Daratan yang berasal dari para pengunjung dan lautan berasal dari sampah plastik yang terbawa ketika pasang air laut yang mengalir di sungai dan tersangkut di tanaman mangrove.

Pengukuran berat jenis sampah plastik pada penelitian ini dapat digunakan untuk memudahkan perencanaan penampungan sampah, periode pengangkutan sampah, dan alat angkut sampah. Selain itu dapat digunakan untuk mempermudah merencanakan pengolahan sampah plastik, sebagai contoh sampah plastik yang diolah menjadi bahan bakar minyak dengan berat sekian kg atau ton dapat menghasilkan bahan bakar minyak sekian liter.

4.4. Karakteristik Kimia

4.4.1. Kadar Air (*Moisture Content*)

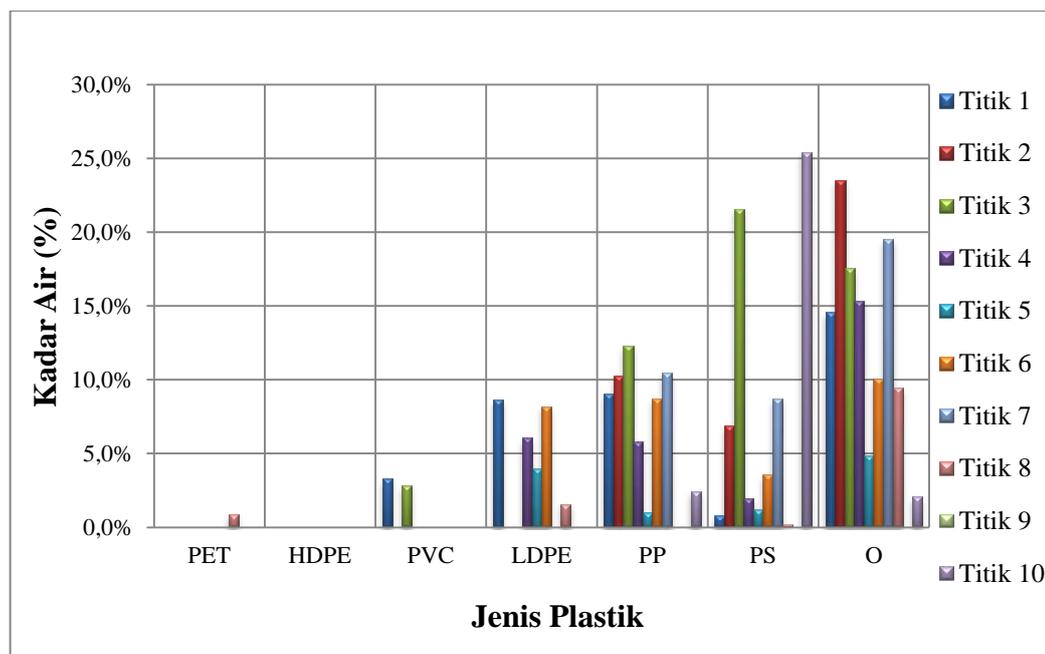
Pengujian kadar air dilakukan dengan mengeringkan sampel pada suhu 105°C. Materi yang hilang setelah proses pemanasan tersebut merupakan besar air

yang terkandung dalam sampel. Gambar 4.3. berikut ini merupakan sampel sampah plastik hasil dari pengeringan di oven pada suhu 105°C selama 3 jam.



Gambar 4. 4. Sampel Hasil Oven di suhu 105°C

Dengan menggunakan perhitungan pada persamaan 3.5.2. Kadar Air, data yang didapatkan kemudian diolah dan dapat dilihat hasilnya pada gambar 4.5. berikut ini :



Gambar 4. 5. Kadar Air Sampah Plastik

Pada Gambar 4.5. menunjukkan besar persentase kadar air. Grafik tersebut menggambarkan variasi besar kadar air setiap titik dan jenis plastiknya yang terlihat berbeda-beda. Dapat dilihat pada titik 9 tidak tertera persentase kadar air karena pada titik tersebut tidak ditemukan sampah plastik. Jenis plastik PET / PETE (*Polyethylene Terephthalate*) hanya didapatkan di titik 8 dengan persentase sebesar 0,9%, kemudian jenis plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) tidak ditemukan di hutan mangrove baros pada waktu sampling dilakukan.

Jenis plastik V / PVC (*Polyvinyl Chloride*) ditemukan hanya pada titik 1 dan titik 3 dengan persentase 3,3% dan 2,8%. Kemudian jenis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) ditemukan pada titik 1, 4, 5, 6, dan 8 dengan persentase berturut-turut sebagai berikut 8,6%; 6,1%; 4,0%; 8,2%; dan 1,6%. Kemudian jenis plastik PP (*Polypropylene*) ditemukan kecuali pada titik 8, dengan persentase paling tinggi yaitu 12,3% pada titik 3 dan paling rendah 1,0% pada titik 5.

Jenis plastik PS (*Polystyrene*) ditemukan disemua titik dengan persentase paling tinggi yaitu 21,6% pada titik 3 dan paling rendah 0,2% pada titik 8. Kemudian jenis plastik OTHER : SAN (*styrene acrylonitrile*), ABC (*acrylonitrile butadiene styrene*), PC (*polycarbonate*), dan Nylon ditemukan disemua titik dengan persentase paling tinggi yaitu 23,5% pada titik 2 dan paling rendah 2,1% pada titik 10. Besar persentase kadar air yang terkandung oleh sampah tergantung pada musim tahunan, kelembaban, kondisi cuaca, dan komposisi sampah.

Dalam penelitian ini, kondisi yang memungkinkan terjadinya perbedaan adalah musim tahunan, kelembaban, kondisi cuaca, dan komposisi sampah. Hal ini terjadi akibat sering terjadinya pasang air laut pada siang hari pada saat hari sebelum dan sesudah sampling dilakukan. Pasang air laut ini dapat menambah kandungan air di dalam sampah tersebut. Sebagai contoh pada hari pertama sampling terjadi air pasang yang melewati sebagian titik 2, titik 3, titik 7, dan titik 10. Sampling dilakukan pada titik-titik tersebut pada hari kedua sehingga sebagian sampah melewati air pasang dihari sebelumnya yang menyebabkan kandungan kadar air lebih banyak dari yang lainnya.

Selain itu, komposisi sampah yang didapatkan juga dapat mempengaruhi besarnya kadar air. Berdasarkan gambar 4.4., dapat dilihat bahwa jenis sampah plastik yang memiliki kadar air terbesar adalah jenis sampah PS (*Polystyrene*) sebesar 25,4% pada titik 10, maka dapat dilihat bahwa adanya pengaruh besar komposisi sampah dengan nilai kadar air. Jenis sampah PS (*Polystyrene*) yang ditemukan pada saat sampling sebagian besar adalah Styrofoam. Styrofoam yang ditemukan sudah dalam keadaan berubah bentuk menjadi coklat dan mengkerut. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa jenis sampah plastik ini adalah jenis sampah plastik yang paling dapat menyimpan air.

Perbandingan hasil uji sampah plastik ini akan menggunakan hasil penelitian di lokasi TPA Cipayung. Lokasi penelitian terdahulu berbeda dengan lokasi penelitian ini yang berada di kawasan konservasi mangrove. Hal yang membedakan hanya yang satu berada di daratan dan satunya di lautan. Namun, sampah plastik yang dijadikan sampel uji sama-sama berasal dari kegiatan makhluk hidup. Sehingga perbandingan kedua hasil uji ini dapat dilakukan.

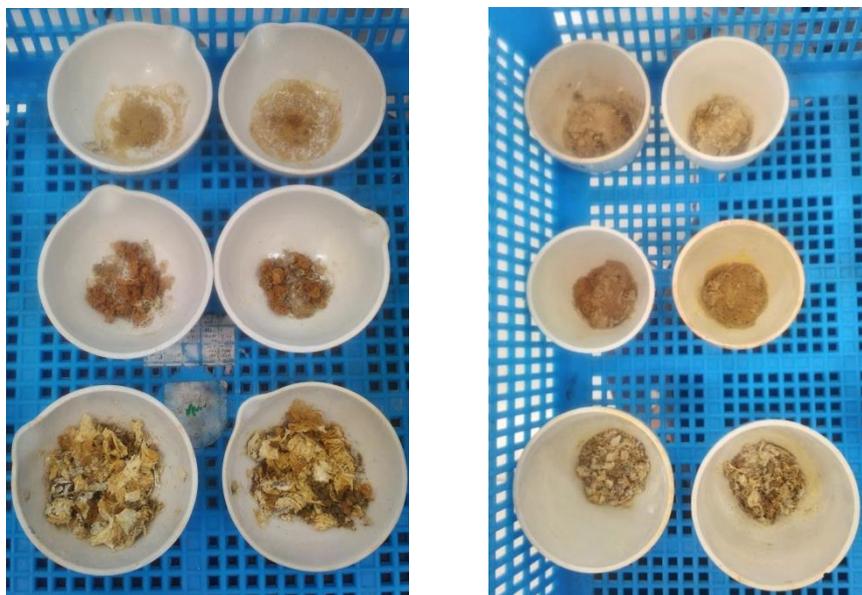
Menurut Sari (2012) nilai kadar air untuk sampah plastik sebesar 53,42%. Sedangkan pada penelitian ini menghasilkan nilai kadar air sampah plastik sebesar 0-26%. Hasil tersebut lebih rendah dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Hal tersebut dikarenakan sumber sampah plastik pada penelitian ini berasal dari sungai dan lautan. Sampah plastik yang digunakan pada penelitian ini merupakan sampah yang tertinggal di area mangrove dan tidak dapat diketahui umur sampah plastik tersebut. Sehingga kandungan air pada sampah plastik ini sudah berkurang seiring berjalannya waktu. Sedangkan pada penelitian terdahulu sumber sampah plastik berasal dari TPA Cipayung. Dari lokasi sumber sampah plastik tersebut dapat diketahui umur sampah plastik. Sampah plastik masih dalam keadaan yang lembab dan menyimpan air dengan baik.

4.4.2. Kadar Volatil (*Volatile Matter*)

Zat terbang atau *volatile matter* merupakan senyawa-senyawa mudah menguap yang dihasilkan melalui pembakaran pada temperature tertentu dalam kondisi kurang oksigen. *Volatile matter* yang dihasilkan dari proses dekomposisi

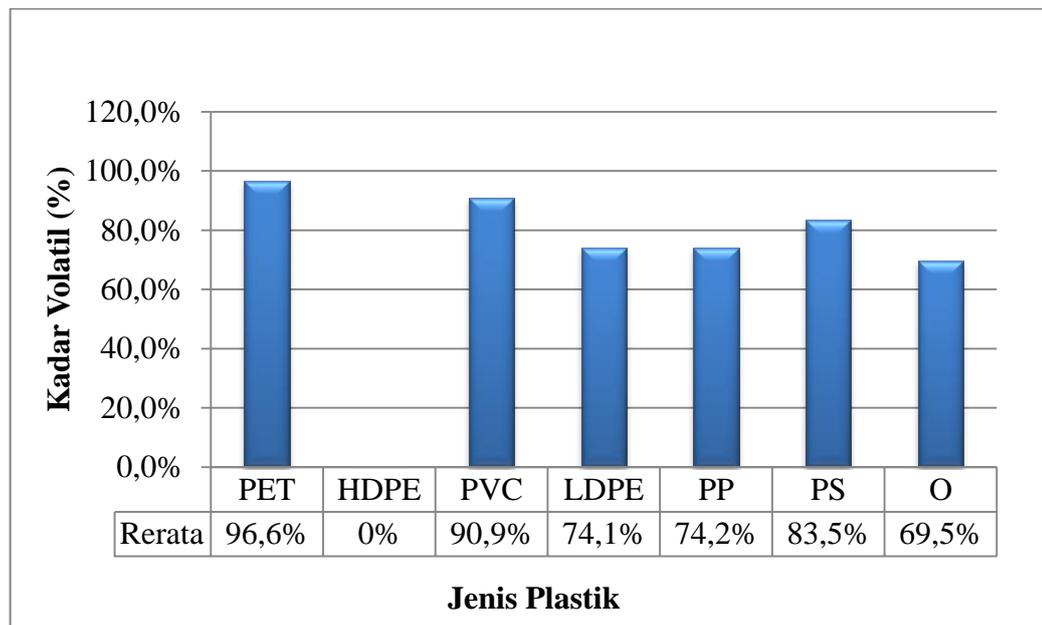
senyawa-senyawa hidrokarbon pada umumnya terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar, seperti hidrokarbon rantai pendek metana dan etana, serta senyawa lainnya semisal oksida-oksida karbon, hydrogen, hydrogen sulfide, tar, oksida-oksida sulfur, nitrogen, dan hydrogen sulfida (Asip, *et al.* 2014).

Penentuan kadar volatil berguna untuk mengetahui kemampuan sampah sebagai sumber energi yang dihasilkan dalam pembakaran. Kadar volatil juga dapat menunjukkan jumlah zat organik dalam sampel untuk menentukan manajemen dan pengolahan sampah kedepannya. Untuk mengetahui kadar volatil pada sampah plastik dilakukan dengan memanaskan sampel pada suhu 600°C . Sampel yang akan dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 600°C adalah sampel yang telah melalui proses pengeringan di dalam oven 105°C selama 3 jam. Sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *furnace* suhu 600°C selama 1 jam kemudian berat sampel ditimbang. Gambar 4.6. berikut ini menunjukkan sampel sampah plastik hasil dari *furnace* pada suhu 600°C selama 1 jam.



Gambar 4. 6. Sampel Hasil *Furnace* di suhu 600°C

Dengan menggunakan perhitungan pada persamaan 3.5.3. Kadar Volatil, maka didapat hasil persentase kadar volatil pada setiap titik dan jenisnya pada grafik berikut ini :



Gambar 4. 7. Kadar Volatil Sampah Plastik

Pada Gambar 4.7. menunjukkan besar persentase kadar volatil. Grafik tersebut menggambarkan variasi rata-rata kadar volatil setiap jenis plastik dari 10 titik sampling. Dari grafik diatas dapat dilihat nilai kadar volatil setiap jenis plastik tidak memiliki rentang nilai terlalu jauh satu sama lain. Hal tersebut terjadi karena sampel yang digunakan adalah plastik. Walaupun berbeda jenisnya pada dasarnya semua jenis plastik mengandung zat organik. Pengujian juga tidak mencakup semua jenis sampah tersebut, maka dari itu terjadi perbedaan angka pada kadar volatile dimana angka tersebut tidak mengikuti besarnya komposisi sampah yang sangat berpengaruh pada persentase kadar volatil.

Dilihat pada grafik 4.7. jenis plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) bernilai nol karena tidak ditemukan sampah plastik di hutan mangrove baros pada waktu sampling dilakukan. Nilai kadar volatil tertinggi adalah jenis plastik PET / PETE (*Polyethylene Terephthalate*) sebesar 96,6% dan yang terendah adalah jenis plastik OTHER : SAN (*styrene acrylonitrile*), ABC (*acrylonitrile butadiene styrene*), PC (*polycarbonate*), dan Nylon sebesar 69,5%. Berdasarkan pemaparan tersebut jenis plastik PET memiliki nilai kadar volatil tertinggi artinya jenis

plastik PET mengandung zat organik paling tinggi dibandingkan jenis plastik yang lainnya.

Pengujian sampel dilakukan secara duplo dan didapatkan nilai persentase dengan perhitungan rerata kedua nilai sampel. Namun, pada jenis sampah plastik OTHER di titik 7 terdapat kurangnya akurasi nilai pada hasil perhitungan data karena menghasilkan rentang nilai yang cukup jauh yaitu 69,7% dan 45,5%. Sehingga tidak dapat dilakukan rerata pada sampel ini. Hal tersebut dapat terjadi disebabkan oleh kemungkinan pada saat pengujian terjadi kesalahan operasi alat *furnace*, kesalahan pada saat penimbangan berat, dan ketidak akuratan nilai dari timbangan yang digunakan.

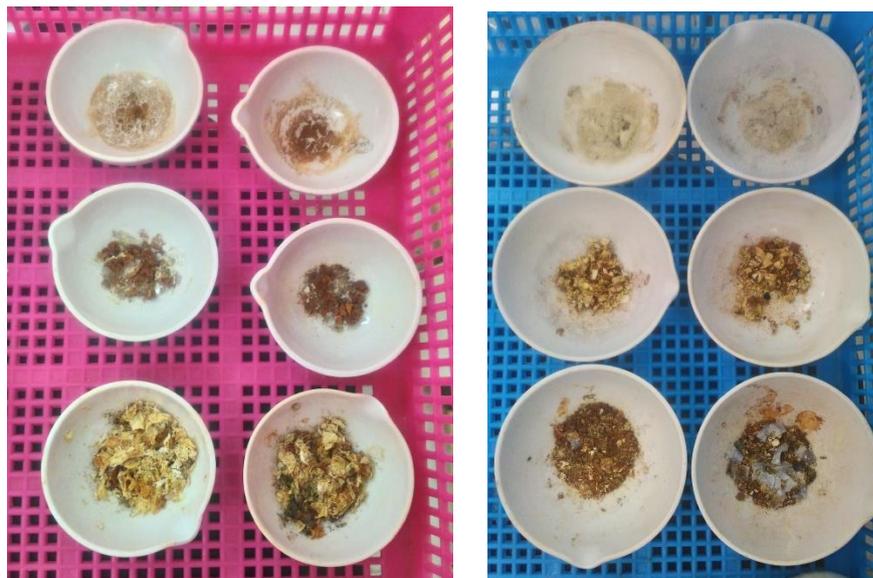
Cara yang dapat dilakukan pada sampel ini adalah melakukan pengujian ulang satu kali lagi sebagai sampel triplo. Agar mendapatkan perbandingan rentang nilai yang paling sedikit dari ketiga nilai sampel tersebut. Kemudian melakukan rerata antara dua sampel pada hasil persentase yang rentangnya paling dekat. Namun, pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian secara triplo karena sampel yang digunakan sudah tidak tersedia. Apabila dilakukan sampling ulang akan menghasilkan nilai kadar volatil yang berbeda karena waktu dan keadaan lokasi yang sudah berbeda dengan sampling pertama. Sehingga pada penelitian ini tetap dilakukan rerata pada dua hasil sampel tersebut.

Pengukuran kadar volatil sangat penting untuk manajemen persampahan terutama pada proses pengolahannya. Banyak sedikitnya abu atau residu dari pengukuran kadar volatil dapat digunakan untuk penentuan desain incinerator agar dapat memberikan kapasitas penampungan sampah yang sesuai.

Menurut Sari (2012) nilai kadar volatil dari sampah plastik sebesar 83,10%. Sedangkan pada penelitian ini nilai kadar volatil memiliki rentang nilai sebesar 74-97%. Perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian ini memiliki nilai yang setara karena penelitian terdahulu masuk kedalam rentang hasil penelitian ini. Hal tersebut dapat terjadi karena sampel yang digunakan sama-sama jenis plastik dan memiliki komposisi yang sama. Walaupun lokasi sampling pada dua penelitian ini berbeda, tapi tidak berpengaruh terhadap nilai kadar volatilnya.

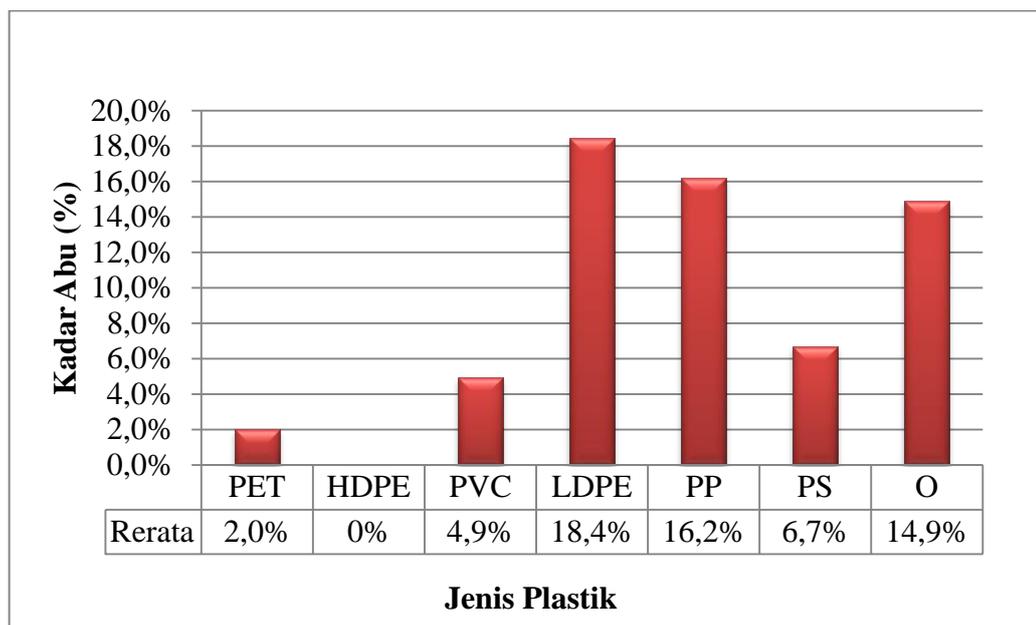
4.4.3. Kadar Abu (*Ash Content*)

Kadar abu merupakan residu pembakaran yang tidak akan terbakar. Analisis kadar abu dilakukan untuk mengetahui jumlah bagian yang tidak terbakar setelah terjadinya pembakaran sempurna. Besar persentase kadar abu dipengaruhi oleh komposisi sampah yang ada. Penentuan kadar abu penting untuk penentuan desain incinerator agar dapat memberi kapasitas penampungan sampah dan mengetahui efektifitas kinerja proses pembakaran. Sampel yang digunakan untuk mengukur kadar abu adalah hasil dari pengukuran kadar volatil. Sampel yang sudah dipanaskan dengan suhu 600°C , kemudian dipanaskan kembali di dalam *furnace* dengan suhu 950°C selama 7 menit. Gambar 4.8. berikut ini menunjukkan sampel hasil dari *furnace* 950°C selama 7 menit.



Gambar 4. 8. Sampel Hasil *Furnace* di suhu 950°C

Berbeda dengan kadar volatil, kadar abu dihitung dengan perhitungan yang ada di persamaan 3.5.4. Kadar Abu, dimana massa yang dihitung adalah massa yang masih tersisa di dalam cawan yang sudah berbentuk abu. Maka didapat hasil persentase kadar abu disetiap jenis plastik pada grafik berikut ini :



Gambar 4. 9. Kadar Abu Sampah Plastik

Pada Gambar 4.9. menunjukkan besar persentase kadar abu. Grafik tersebut menggambarkan variasi besar rata-rata kadar abu setiap jenis plastik dari 10 titik sampling. Setiap jenis plastik memiliki rentang nilai yang berbeda-beda. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh banyak sedikitnya sampel yang digunakan dan kandungan bahan yang mudah terbakar.

Dapat dilihat pada grafik 4.9. jenis plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) bernilai nol karena tidak ditemukan sampah plastik di hutan mangrove baros pada waktu sampling dilakukan. Nilai kadar abu tertinggi adalah jenis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) sebesar 18,4% dan yang terendah adalah jenis plastik PET / PETE (*Polyethylene Terephthalate*) sebesar 2,0%.

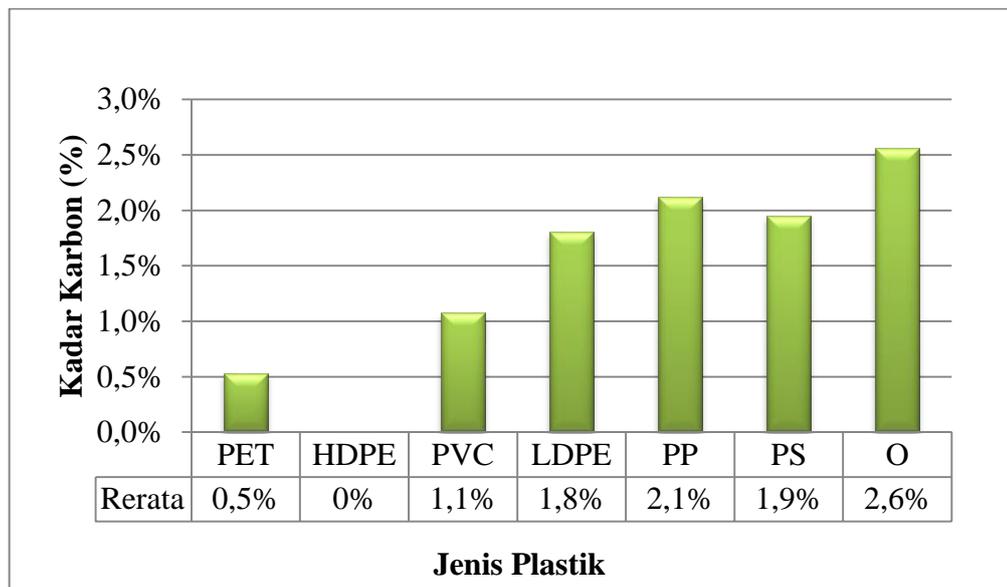
Besar persentase kadar abu juga dipengaruhi oleh komposisi sampah yang ada. Jenis sampah plastik yang memiliki kadar abu paling tinggi adalah jenis plastik LDPE. Sampel uji yang digunakan adalah sampah kantong plastik kresek plastik bening, dan polybag. Sampel ini termasuk jenis plastik yang mudah menguap atau terbakar karena jenis plastik LDPE hanya dapat bertahan pada temperature 90°C dalam waktu yang tidak lama. Sehingga menghasilkan berat abu yang banyak dibandingkan dengan jenis plastik yang lainnya.

Sedangkan untuk jenis sampah plastik yang memiliki nilai kadar abu paling rendah adalah jenis plastik PET / PETE. Sampel uji yang digunakan adalah botol air mineral. Jenis plastik tersebut memiliki titik leleh pada suhu 85°C. Ketika sampel dibakar pada suhu 600°C sampel akan meleleh habis. Sehingga abu yang dihasilkan sedikit dibandingkan dengan jenis plastik yang lainnya.

Menurut Sari (2012) nilai kadar abu dari sampah plastik sebesar 15,21%. Sedangkan pada penelitian ini nilai kadar abu memiliki rentang nilai sebesar 2-19%. Perbandingan kadar abu sama dengan perbandingan pada kadar volatil, karena kadar abu penelitian terdahulu juga masuk kedalam rentang nilai kadar abu pada penelitian ini. Hal tersebut terjadi karena kadar abu merupakan residu dari pembakaran sempurna yang tidak bisa terbakar kembali atau dapat dikatakan sisa dari kadar volatil yang sudah tidak bisa terbakar lagi. Sama halnya dengan kadar volatil, kadar abu juga dipengaruhi oleh jenis sampel dan komposisi sampel yang digunakan, bukan sumber sampel. Sehingga tidak ada masalah membandingkan hasil penelitian ini dengan hasil penelitian yang memiliki lokasi berbeda, karena pada dasarnya sampel sampah plastik yang digunakan adalah sama berasal dari kegiatan makhluk hidup.

4.4.4. Kadar Karbon Terikat (Fixed Carbon)

Analisis kadar *fixed carbon* dilakukan untuk mengetahui bagian yang hilang saat proses pembakaran setelah semua kadar *volatile matter* hilang pada suhu 600°C. Karena tidak ada metode khusus yang menentukan suhu untuk analisis *fixed carbon* maka dengan hipotesis bahwa pada temperature 600°C selama 1 jam semua zat volatil telah hilang teruapkan dan pada suhu 950°C selama 7 menit telah teruapkan semua. Hasil analisis kadar *fixed carbon* berdasarkan persamaan 3.5.5. Kadar Karbon (*Fixed Carbon*). Maka didapat hasil persentase kadar karbon terikat pada grafik berikut ini :



Gambar 4. 10. Kadar Karbon Terikat Sampah Plastik

Pada Gambar 4.10. menunjukkan besar persentase kadar karbon terikat. Grafik tersebut menggambarkan variasi rata-rata besar kadar karbon terikat setiap jenis plastik dari 10 titik sampling. Dari grafik diatas dapat dilihat nilai kadar karbon terikat antara jenis plastik tidak memiliki rentang nilai terlalu jauh satu sama lain. Hal tersebut terjadi karena sampel yang digunakan adalah plastik. Walaupun memiliki jenis yang berbeda-beda namun penyusun utamanya sama yaitu karbon, hydrogen, dan oksigen. Jenis plastik dapat dibedakan berdasarkan campuran polimernya.

Dapat dilihat pada grafik 4.10. jenis plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) bernilai nol karena tidak ditemukan di hutan mangrove baros pada waktu sampling dilakukan. Nilai kadar karbon tertinggi adalah jenis plastik OTHER : SAN (*styrene acrylonitrile*), ABC (*acrylonitrile butadiene styrene*), PC (*polycarbonate*), dan Nylon sebesar 2,6% dan yang terendah adalah jenis plastik PET / PETE (*Polyethylene Terephthalate*) sebesar 0,5%.

Nilai kadar karbon terikat berbanding terbalik dengan nilai kadar volatil karena kadar karbon terikat merupakan karbon sisa volatil yang hilang. Sampah yang memiliki kadar karbon terikat paling tinggi adalah jenis plastik OTHER. Sampel yang digunakan adalah sampah plastik kemasan mie, ciki, minyak goreng

dan sabun mandi cair. Sedangkan untuk jenis sampah plastik yang memiliki nilai kadar abu paling rendah adalah jenis plastik PET. Sampel uji yang digunakan adalah botol kemasan air mineral.

Menurut Sari (2012) nilai kadar karbon terikat dari sampah plastik sebesar 1,69%. Sedangkan pada penelitian ini nilai kadar karbon terikat memiliki rentang nilai sebesar 0-3%. Hasil dari penelitian terdahulu masuk kedalam rentang nilai pada penelitian ini sama dengan hasil dari kadar volatil. Hal tersebut terjadi karena nilai kadar karbon terikat menunjukkan bagian yang hilang saat proses pembakaran setelah semua kadar volatil menghilang. Sehingga nilai kadar karbon terikat berbanding terbalik dengan nilai kadar volatil.

4.5. Potensi Jumlah Sampah Plastik

Plastik merupakan kemasan yang paling efektif bagi manusia, karena sifatnya yang ringan, elastis, mudah didapat, serta harga yang terjangkau. Sehingga konsumsi plastik dimasyarakat seperti halnya kebutuhan pokok. Hal tersebut menyebabkan sampah plastik semakin hari semakin meningkat. Ketika daratan sudah penuh dengan sampah dan tidak ada ruang untuk menampung sampah lagi. Maka masyarakat akan membuang sampah ke lautan terutama sampah plastik.

Sampah plastik sampai saat ini masih menjadi persoalan serius bagi Indonesia dan Negara lainnya di dunia. Di Indonesia, sampah plastik tak hanya dijumpai di daratan saja, tetapi juga sudah menyebar luas ke lautan. Luas lautan di Indonesia mencapai dua pertiga dari total luas Indonesia. Sebuah kondisi yang mencengangkan bahwa Indonesia merupakan Negara penyumbang sampah plastik ke laut terbesar kedua di Dunia setelah Negara Cina yaitu 0,48 hingga 1,29 juta ton/tahun. Hal ini bukan tanpa dasar, tetapi fakta ini diperoleh melalui sebuah riset yang dipublikasikan melalui jurnal science (Jambeck, *et. al.*, 2015).

Riset yang dilakukan oleh Jambeck, *et. al.*, (2015) berbasis pemodelan dengan memasukkan faktor skala pembangunan ekonomi negara, jumlah rata-rata sampah yang diproduksi, cara pengolahan sampah, serta jumlah populasi yang bermukim di radius 50 km dari garis pantai. Sedangkan pada penelitian ini untuk

menghitung potensi jumlah sampah plastik menggunakan pendekatan luas area Kawasan Koservasi Mangrove. Perhitungan dengan pendekatan tersebut menghasilkan berat sampah plastik sebesar $2,94 \text{ kg}/\text{Ha}$. Perhitungan dapat dilihat pada lampiran 1. Rumus dan Perhitungan.

Indonesia memiliki hutan mangrove dengan luas area ± 3 juta hektar yang tumbuh disepanjang 95.000 km di pesisir laut Indonesia. Hal tersebut mewakili 23% ekosistem mangrove dunia (Giri., *et. al.*, 2010). Persebaran hutan mangrove di Indonesia menurut Ditjen BPDAS PS (2011) sebagai berikut :

a. Pulau Sumatera

Hutan mangrove di Pulau Sumatera tersebar dibagian barat dan timur pulau dengan luas area 834.990,90 hektar. Dengan begitu dapat memiliki potensi jumlah sampah plastik sebesar $834.990,90 \text{ Ha} \times 2,94 \text{ kg}/\text{Ha} = 2.454.873,24 \text{ kg} = 2454,87 \text{ ton}$.

b. Pulau Jawa

Hutan mangrove di Pulau Jawa memiliki luas area 264.431,20 hektar. Dengan begitu dapat memiliki potensi jumlah sampah plastik sebesar $264.431,20 \text{ Ha} \times 2,94 \text{ kg}/\text{Ha} = 777.427,73 \text{ kg} = 777,43 \text{ ton}$.

c. Pulau Kalimantan

Hutan mangrove di Pulau Kalimantan tersebar merata disetiap pesisir pantainya dengan luas area 1.448.304,52 hektar. Dengan begitu dapat memiliki potensi jumlah sampah plastik sebesar $1.448.304,52 \text{ Ha} \times 2,94 \text{ kg}/\text{Ha} = 4.258.015,29 \text{ kg} = 4.258,02 \text{ ton}$.

d. Pulau Sulawesi

Hutan mangrove di Pulau Sulawesi tersebar merata disetiap pesisir pantainya dengan luas area 181.459,02 hektar. Dengan begitu dapat memiliki potensi jumlah sampah plastik sebesar $181.459,02 \text{ Ha} \times 2,94 \text{ kg}/\text{Ha} = 533.489,53 \text{ kg} = 533,49 \text{ ton}$.

e. Papua

Hutan mangrove di Papua adalah hutan mangrove terluas di Indonesia yang tersebar dibagian barat dengan luas area 846.977,90 hektar. Dengan begitu dapat

memiliki potensi jumlah sampah plastik sebesar $846.977,90 \text{ Ha} \times 2,94 \text{ kg/Ha} = 2.490.115,03 \text{ kg} = 2.490,12 \text{ ton}$.

f. Bali dan Nusa Tenggara

Hutan mangrove di Pulau Bali dan Nusa Tenggara memiliki luas area 26.939,50 hektar. Dengan begitu dapat memiliki potensi jumlah sampah plastik sebesar $26.939,50 \text{ Ha} \times 2,94 \text{ kg/Ha} = 79.202,13 \text{ kg} = 79,20 \text{ ton}$.

g. Maluku

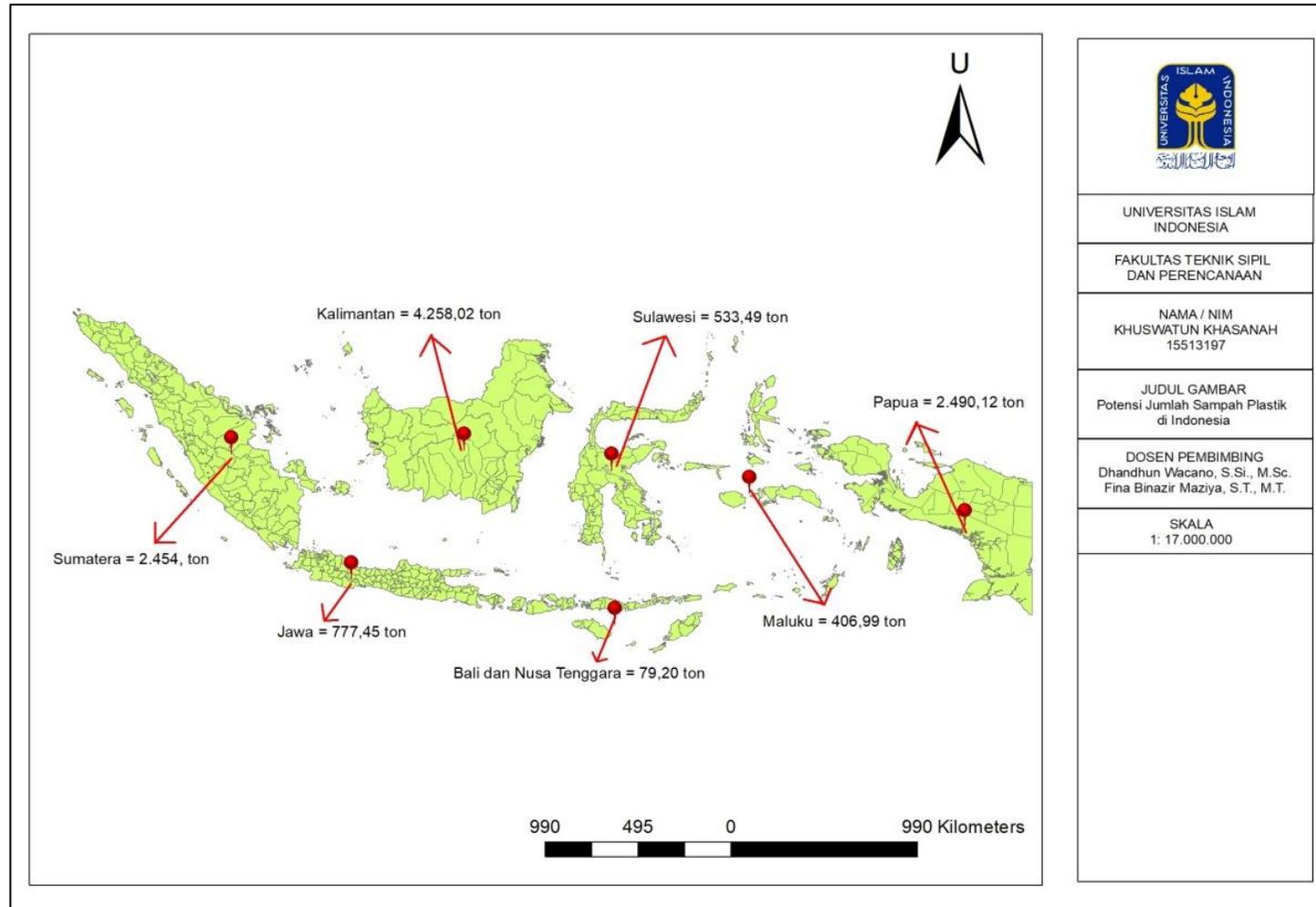
Hutan mangrove di Pulau Maluku memiliki luas area 138.430,31 hektar. Dengan begitu dapat memiliki potensi jumlah sampah plastik sebesar $138.430,31 \text{ Ha} \times 2,94 \text{ kg/Ha} = 406.985,11 \text{ kg} = 406,99 \text{ ton}$.

Perhitungan diatas menunjukkan potensi jumlah sampah plastik dari setiap pulau di Indonesia. Dengan menjumlahkan potensi jumlah sampah plastik dari setiap pulau yang tersebar di Indonesia seperti berikut ini :

1. Sumatera	=	2454,87 ton
2. Jawa	=	777,43 ton
3. Kalimantan	=	4.258,02 ton
4. Sulawesi	=	553,49 ton
5. Papua	=	2.490,12 ton
6. Bali dan Nusa Tenggara	=	79,20 ton
7. Maluku	=	406,99 ton
		<hr/>
Total	=	11.000,11 ton

Jadi, Indonesia memiliki potensi jumlah sampah plastik sebesar 11.000,11 ton.

Hasil perhitungan diatas dapat diplotkan dalam peta Indonesia agar dapat lebih jelas melihat potensi jumlah sampah plastik pada setiap pulau di Indonesia. Pada Gambar 4.11. berikut ini dapat dilihat potensi jumlah sampah plastik yang paling banyak berada di Pulau Kalimantan sebesar 4.258,02 ton. Sedangkan untuk potensi jumlah sampah plastik yang paling sedikit berada di Pulau Bali dan Nusa Tenggara sebesar 79,20 ton.



Gambar 4. 11. Potensi Jumlah Sampah Plastik

4.6. Kajian Literatur Pengolahan Sampah Plastik

Proses transformasi dalam sistem pengolahan sampah dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan biologi. Pada transformasi fisik, sistem pengolahan yang dapat dilakukan berupa pemisahan komponen sampah, pengurangan ukuran sampah, dan pemadatan. Untuk transformasi kimia, sistem yang dapat digunakan adalah sistem pembakaran, sedangkan pada transformasi biologi sistem pengolahan sampah yang dapat diterapkan adalah kompos. Namun, melihat jenis sampah dan lahan yang ada pada Hutan Mangrove Baros, maka sistem pengolahan sampah yang dapat diterapkan hanya transformasi fisik dan kimia.

Untuk mengurangi besarnya timbulan sampah, sistem yang dapat diterapkan salah satunya adalah melakukan pembersihan rutin terhadap Hutan Mangrove Baros. Seperti kegiatan yang sudah ada di Hutan Mangrove Baros. Setelah pembersihan sampah di Hutan Mangrove Baros dilakukan pengumpulan dan pemilahan sampah oleh bank sampah yang sudah berkerjasama. Pemilahan sampah ini dilakukan untuk mengubah sampah yang heterogen menjadi komponen yang lebih homogen. Sampah yang dipisahkan diharapkan dapat digunakan kembali atau didaur ulang sehingga memiliki nilai jual lagi.

Sistem pembakaran yang dapat diterapkan salah satunya adalah menjadikan sampah plastik menjadi bahan campuran pembuatan briket. Seperti penelitian tentang sampah plastik dirubah menjadi briket arang sebagai bahan bakar alternative dengan cara dikarbonasi atau diarangkan yang telah dilakukan oleh (Malo., *et al.* 2018), pembuatan eko-briket dari komposit sampah plastik HDPE dan arang sampah organik kota oleh Radita (2011), briket dari campuran sampah plastik LDPE, tempurung kelapa, dan cangkang sawit oleh (Asip., *et al.* 2014),

Selain dijadikan bahan dasar pembuatan briket sampah plastik juga dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan minyak. Merubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dapat dilakukan dengan proses cracking (perekahan). Cracking adalah proses memecah rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses cracking plastik ini

dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Ada tiga macam proses cracking yaitu hidro cracking, thermal cracking, dan catalytic cracking (Panda, 2011). Penelitian tentang proses hidro cracking ini telah dilakukan oleh Rodiansono (2005) yang melakukan penelitian hidro cracking sampah plastik polipropilena menjadi bensin. Bajus dan Hajekova (2011) telah melakukan penelitian tentang pengolahan campuran 7 jenis plastik menjadi minyak dengan metode thermal cracking. Osueke dan Ofudu (2011) melakukan penelitian konservasi plastik LDPE menjadi minyak dengan menggunakan dua metode, yaitu dengan thermal cracking dan catalyst cracking. Pengolahan sampah plastik menjadi minyak mentah dengan metode penyulingan sederhana oleh Hiola dan Lalu (2017).

Mesin pirolisis yang mampu merubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak menghasilkan bahan bakar minyak sebesar 0,4 – 0,49 liter per kilogram sampah plastik (Kasmin., *et. al.*, 2018). Diketahui sampah plastik yang berada di Kawasan Konservasi Mangrove Baros sebesar 14,68 Kg. Dapat dihitung sampah plastik tersebut dapat menghasilkan bahan bakar minyak sebesar 5,87 – 7,19 liter.

Jenis-jenis plastik yang dijadikan minyak dapat memiliki karakteristik masing-masing seperti halnya plastik jenis PET tidak dapat menghasilkan minyak tetapi menghasilkan material berbentuk serbuk. Jenis plastik PP dan PE berdasarkan kandungan atom karbonnya mendekati bensin dan minyak tanah (Kasmin., *et. al.*, 2018).