

# STUDI PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK DI PANTAI KUTA SEBAGAI BAHAN BAKAR MINYAK

Ni Made Wedayani<sup>\*)</sup>

<sup>1)</sup> Magister Perencanaan Pembangunan Wilayah Dan Pengelolaan Lingkungan (P2WL)  
Universitas Mahasaraswati, Jl. Soka No.47, Kesiman Kertalangu, Denpasar Timur,  
Kota Denpasar, Bali, Indonesia 80237

e-mail: weda.mynama1@yahoo.com

## Abstrak

*Sampah plastik merupakan salah satu indikator pencemar pantai, terlebih pada musim tertentu sampah plastik di lautan akan singgah ke tepi pantai sehingga mengganggu fungsi pantai sebagai tempat rekreasi. Permasalahan sampah ini juga menjadi masalah bagi sebagian pantai di Bali termasuk Pantai Kuta. Sebagai salah satu ikon wisata Bali sudah seharusnya Pantai Kuta terbebas dari sampah plastik, sehingga pengolahan sampah plastik dirasa perlu untuk diusahakan. Adapun alternatif penanganan sampah plastik yang saat ini banyak diteliti dan dikembangkan adalah mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar. Mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dapat dilakukan dengan proses cracking. Ada tiga macam proses yaitu hydro cracking, thermal cracking dan catalytic cracking. Bahan bakar dihasilkan dari cracking sampah plastik tergantung pada jenis plastik, proses retak yang digunakan, katalis jenis, suhu pyrolisis dan suhu kondensor. Bahan bakar dari sampah plastik ini diharapkan dapat mensubstitusi bahan bakar solar. Selain diubah menjadi bahan bakar, plastik juga dapat diolah menjadi bahan pembuat karbon aktif.*

**Kata kunci:** plasti; bahan bakar; hydrocracking; thermal cracking; catalytic cracking

## Abstract

*Plastic waste is one indicator of beach pollution, especially in certain seasons plastic waste in the ocean will stop by the beach so that it disrupts the function of the beach as a place of recreation. This waste problem is also a problem for some beaches in Bali, including Kuta Beach. As one of Bali's tourism icons, Kuta Beach is supposed to be free of plastic waste, so it is necessary to cultivate plastic waste. The alternative to handling plastic waste that is currently being researched and developed is to convert plastic waste into fuel. Turning plastic waste into fuel oil can be done by cracking. There are three types of processes, namely hydro cracking, thermal cracking and catalytic cracking. The fuel produced from cracking plastic waste depends on the type of plastic, cracking process used, catalyst type, pyrolysis temperature and condenser temperature. Fuel from plastic waste is expected to substitute diesel fuel. In addition to being converted into fuel, plastics can also be processed into ingredients for activated carbon.*

**Keywords:** plastic, fuel, hydrocracking, thermal cracking, catalytic cracking

## Pendahuluan

Pantai dan segala daya tariknya, menjadi motor penggerak bagi wisata alam, khususnya yang berbasis pada potensi wisata pantai (Fandeli, 2000). Pemanfaatan pantai

sebagai tempat pembangunan pariwisata tentu berakibat pada makin beratnya beban yang harus didukung oleh lingkungan. Sebagai akibatnya kualitas lingkungan pantai menjadi menurun seperti semakin sempitnya garis pantai serta tidak tertatanya lingkungan

akibat banyaknya komponen buatan yang tumbuh disekitarnya.

Pantai Kuta dikenal sebagai destinasi wisata dunia dengan kasus pencemaran lingkungan hidup. Sebagai kawasan yang menjadi pusat pertumbuhan hotel, restoran dan beragam fasilitas perdagangan dan bisnis yang berkelas dunia, seharusnya kawasan tersebut menampilkan kualitas daerah yang sesuai dengan citra daerah tujuan wisata internasional. Namun, fakta-fakta yang menunjukkan peningkatan pencemaran lingkungan hidup di kawasan yang telah berkembang menjadi segitiga emas pertumbuhan ekonomi tersebut sangat memprihatinkan. Hal ini semakin diperjelas dengan seringnya perairan pantai Kuta mendapat kiriman sampah pada musim berangin (Putra, 2017).

Langkah pencegahan perlu diupayakan sedini mungkin sehingga perairan pantai Kuta menjadi aman untuk mandi, renang, dan menyelam. Adapun penanganan sampah plastik yang populer selama ini adalah dengan 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). Konsep 3R yang dimaksud antara lain; memakai berulang kali, mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, dan mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik. Penanganan sampah dengan 3R mempunyai beberapa kelemahan, dari reuse yaitu barang-barang tertentu yang terbuat dari plastik, seperti kantong plastik, kalau dipakai berkali-kali akan tidak layak pakai. Selain itu beberapa jenis plastik tidak baik bagi kesehatan tubuh apabila dipakai berkali-kali. Kelemahan dari reduce adalah harus tersedianya barang pengganti plastik yang lebih murah dan lebih praktis. Sedangkan kelemahan dari recycle adalah bahwa plastik yang sudah didaur ulang akan semakin menurun kualitasnya (Suroño, 2013).

Alternatif lain penanganan sampah plastik yang saat ini banyak diteliti dan dikembangkan adalah mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Cara ini sebenarnya termasuk dalam *recycle* akan tetapi daur ulang yang dilakukan adalah tidak hanya mengubah sampah plastik langsung menjadi plastik lagi. Dengan cara ini dua permasalahan penting bisa diatasi, yaitu bahaya menumpuknya sampah plastik dan diperolehnya kembali bahan bakar minyak yang merupakan salah satu bahan baku plastik (Suroño, 2013). Adapun dalam perkembangannya, teknologi untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak yaitu dengan proses *cracking* (perekahan). Berdasarkan latar belakang

tersebut, dapat dikaji penelitian-penelitian yang berhubungan dengan teknologi pengolahan sampah sehingga bisa diterapkan pada sampah yang ada di Pantai Kuta. Dengan kajian ini akan diketahui berbagai metode pengolahan sampah plastik menjadi minyak, material yang dapat membantu proses pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar.

## Metodologi Penelitian

Konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak termasuk daur ulang tersier, karena bahan bakar minyak yang diolah dari sampah 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 *hydrocracking*, *thermal cracking* dan *catalytic cracking* (Panda, 2011).

*Hydrocracking* adalah proses *cracking* dengan mereaksikan plastik dengan hidrogen di dalam wadah tertutup yang dilengkapi dengan pengaduk pada temperatur antara 423 – 673 K dan tekanan hidrogen 3 – 10 MPa. Proses *hydrocracking* dalam pelaksanaannya dibantu dengan katalis. Bahan pelarut 1-methyl naphthalene, tetralin dan decalin digunakan sebagai bahan pencampur. Adapun katalis yang sudah diteliti antara lain alumina, amorphous silica alumina, zeolite dan sulphate zirconia. Penelitian tentang proses *hydrocracking* ini antara lain telah dilakukan oleh Rodiansono (2005) yang melakukan penelitian hydro cracking sampah plastik polipropilena menjadi bensin (hidrokarbon C5-C12) menggunakan katalis NiMo/Zeolit dan NiMo/Zeolit-Nb2O5. Proses *hydrocracking* dilakukan dalam reaktor semi alir (semi flow-fixed bed reactor) pada temperatur 300, 360, dan 400 °C; rasio katalis/umpan 0,17; 0,25; 0,5 dengan laju alir gas hidrogen 150 mL/jam. Uji aktivitas katalis NiMo/zeolite yang menghasilkan selektivitas produk C7-C8 tertinggi dicapai pada temperatur 360°C dan rasio katalis/umpan 0,5. Kinerja katalis NiMo/zeolit menurun setelah pemakaian beberapa kali, tetapi dengan proses regenerasi kinerjanya bisa dikembalikan lagi. Nurcahyo (2005), melakukan penelitian sama dengan penelitian Rodiansono (2005) tetapi dengan katalis NiPd/Zeolite. Uji aktivitas katalis NiPd/Zeolit untuk reaksi *hydrocracking* sampah plastik menjadi fraksi bensin telah dilakukan dengan variasi temperatur 300, 350, 400, 450 dan 500

°C dan variasi rasio berat katalis : umpan 1/2, 1/4, dan 1/6 dengan sistem semi alir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas katalis optimum dicapai pada temperatur 450 °C dan rasio berat katalis : umpan = 1/2. Sedangkan Daryoso dkk (2012) melakukan penelitian tentang 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 Thermal cracking adalah termasuk proses pyrolysis, 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. Bajus dan Hájeková, 2010, 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. Penelitian dengan jenis plastik yang lain dilakukan oleh Tubnonghee dkk. pada tahun 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 (pyrolysis). Pyrolysis 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 Carbon yang setara dengan solar, yaitu C<sub>12</sub> – C<sub>17</sub>. Penelitian yang lain dilakukan oleh Sarker dkk. (2012). Pada penelitian ini, 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. Osueke dan Ofundu (2011) melakukan penelitian konversi plastik low *density polyethylene* (LDPE) menjadi minyak. Proses konversi dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan *thermal cracking* dan *catalyst cracking*. Pyrolysis 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 pyrolysis 550 °C dan perbandingan katalis/sampah plastik 1 : 4 dihasilkan minyak dengan jumlah paling banyak. Borsodi dkk., 2011, melakukan 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 (thermo-catalytic 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)

## Hasil dan Pembahasan

Dari beberapa penelitian yang dikaji oleh Surono, 2013 tentang pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar, dapat diketahui bahwa bahan bakar minyak yang dihasilkan dari pengolahan sampah plastik tergantung dari beberapa parameter antara lain jenis plastik yang diolah, temperatur proses, penggunaan katalis dan jenis katalis yang digunakan. Sebagian besar penelitian dilakukan dengan reaktor tabung atau batch reaktor. Proses pengolahan dalam reaktor tabung dapat diterapkan dalam skala eksperimen di laboratorium, tetapi apabila akan dikembangkan dalam skala produksi maka perlu diteliti lagi menggunakan reaktor jenis kontinu, sehingga proses pengolahan bisa berlangsung terus menerus. Apabila proses pengolahan plastik menjadi minyak ini akan diterapkan maka perlu dilakukan penelitian mengenai sumber energi untuk proses pemanasannya, karena beberapa penelitian di atas masih memakai sumber energi listrik sebagai sumber energi dalam proses pemanasan. Apabila dalam tahap penerapan teknologi, penggunaan energi listrik sebagai sumber energi panas ini yang tentunya menjadi tidak efisien.

**Tabel 1.** Perbandingan sifat minyak dari sampah plastik dan solar

Sifat	Minyak dari Sampah Plastik	Solar
Densitas pada 30°C, g/cc	0,793	0,83 s/d 0,88
Nilai kalor, kJ/kg	41858	46500
Viskositas kinematis, cst	2,149	5
Cetane number	51	55
Flash point, °C	40	50
Fire point, °C	45	56
Kandungan sulfur, %	< 0,002	< 0,035

Minyak dari pengolahan sampah plastik mempunyai prospek yang baik sebagai bahan bakar substitusi untuk solar maupun bensin. Dari hasil penelitian di dalam motor diesel, campuran minyak dari sampah plastik menjadikan daya dan efisiensi termal dan efisiensi mekanisnya meningkat. Penelitian lanjutan pada mesin-mesin yang lain masih perlu dilakukan untuk mengetahui unjuk kerjanya. Penelitian unjuk kerja mesin diesel berbahan bakar minyak dari sampah plastik dan solar juga dilakukan oleh Narayana dan Mojeswararao, 2012. Penelitian dilakukan dengan dua variasi campuran, yaitu dengan prosentase minyak dari sampah plastik 20 % dan 40 % . Penelitian ini menggunakan mesin diesel satu silinder (Surono, 2013). Perbandingan sifat minyak dari sampah plastik dan solar dapat dilihat pada tabel 1.

Sedangkan menurut Purwaningrum, 2016, pemanfaatan dari limbah plastik terutama dari jenis polyethylen yaitu sebagai bahan pembuat karbon aktif. Salah satu cara pengolahan limbah adalah dengan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif tersebut nantinya diharapkan dapat mereduksi kandungan fosfat didalam limbah cair (Wardhana, dkk, 2013). Kemampuan karbon aktif dari sampah plastik dalam menurunkan kandungan fosfat dengan percobaan batch dan kontinyu menggunakan batch reactor menggunakan variasi berat karbon aktif dari sampah plastik 1,2, dan 3 gram dan untuk masing-masing variasi tersebut menggunakan ukuran media 30-60 mesh dan 100-200 mesh. Percobaan batch reactor mempunyai efisiensi penurunan fosfat tertinggi pada berat 3 gram (100-200 mesh) sebesar 45,45%. Sedangkan percobaan kontinyu reactor dilakukan pada kolom berdiameter 1 inchi dengan variasi debit 50 ml/menit dan 100 ml/menit. Percobaan kontinyu mempunyai efisiensi penurunan fosfat terbesar pada debit 50 ml/menit sebesar 54,75%. Nilai konstanta kecepatan (k1) 0,0108 ml/mg.det dengan kapasitas serap (qo) 0,677 mg/g. Dengan dilakukan berbagai penelitian didalam memanfaatkan sampah plastik tersebut maka timbulan sampah plastik di lingkungan dapat berkurang (Purwaningrum, 2016). Walaupun melakukan edukasi terhadap masyarakat mengenai bahaya plastik terhadap lingkungan tetap dilakukan.

## Kesimpulan

Pengelolaan limbah plastik menjadi bahan bakar dapat dilakukan dengan proses *cracking*. Adapun dari beberapa penelitian terkait telah diuji coba kemampuan bahan bakar dari sampah plastik yang harapannya dapat menggantikan solar sebagai bahan bakar. Selain itu, pembuatan karbon aktif juga

menjadi langkah lanjutan dari pengolahan limbah plastik jenis *polyethylene*. Dalam hal pelaksanaannya diharapkan adanya bantuan dari pendanaan guna menghasilkan alat yang mumpuni dalam jumlah besar, sehingga dapat disebar di daerah dengan volume sampah yang tinggi, seperti pada kawasan Pantai Kuta.

## Daftar Pustaka

- Fandeli, C. dan Mukhlison. (2000). *Pengusahaan ekowisata*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 273hlm.
- Panda, A.K. (2011). *Studies on Process Optimization for Production of Liquid Fuels from Waste Plastics*, Thesis, Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela
- Putra, A., dan Husrin, S. (2017). *Kualitas Perairan Pasca Cemar Sampah Laut Di Pantai Kuta Bali Water Quality Of Post Contamination Of Marine Debris In The Kuta Beach Of Bali*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 9, No. 1, Hlm. 57-66.
- Purwaningrum, P. (2016). *Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan*. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol 8 No.2, Desember 2016, 141-147
- Surono, U. (2013). *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Wardhana I.W, Dwi, S.H, Dessy I.R.,. (2013). *Penggunaan Karbon Aktif Dari Sampah Plastik Untuk Menurunkan Kandungan Phosphat Pada Limbah Cair*. Jurnal Presipitasi Vol. 10 No.1 Maret 2013 hal 30-40