

# Pemilihan Metode Penurunan Kadar Total Petroleum Hidrokarbon dalam Sampel *Oil Sludge* pada Metode *Drying* dengan Metode Kombinasi *Drying* dan Stabilisasi di PT Prasadha Pamunah Limbah Industri (PPLI)

Rosalina,<sup>1</sup> Kusmianti Deora,<sup>1</sup> Erizal Tanjung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pengolahan Limbah Industri, Politeknik AKA Bogor

Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

<sup>2</sup>PT. Prasadha Pamunah Limbah Industri, Nambo, Kec. Klapanunggal, Bogor, Jawa Barat 16820

\*E-mail: rosalinahasan89@gmail.com

(Received : 1 November 2019; Accepted: 30 November 2019; Published: 1 Desember 2019)

## Abstrak

Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) merupakan kontaminan yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan maupun kesehatan manusia. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah B3 dari sampel *Oil sludge* yang mengandung TPH harus memenuhi persyaratan yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup (PERMEN LH) Nomor 63 Tahun 2016 tentang persyaratan dan tata cara penimbunan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di fasilitas penimbunan akhir PPLI. Penurunan kadar TPH dilakukan melalui pemanfaatan serbuk gergaji dan kapur melalui metode *drying*, dan metode kombinasi *drying* dengan stabilisasi menggunakan perbandingan serbuk gergaji, kapur, *fly ash*, dan *portland cement* (PC). Percobaan bertujuan untuk mengetahui perbandingan yang efektif pada *oil sludge* dalam proses *drying* dengan perbandingan serbuk gergaji dan kapur serta proses kombinasi *drying* dengan stabilisasi menggunakan perbandingan serbuk gergaji, kapur, *fly ash*, dan PC untuk menurunkan kadar TPH dari dua sampel *oil sludge*. Berdasarkan data hasil percobaan kedua sampel, dapat disimpulkan bahwa sampel *oil sludge* yang paling efektif adalah sampel B2 dengan kadar moisture 0,66% yang telah mengalami proses kombinasi *drying* dan stabilisasi dengan perbandingan 0,15:0,40 serbuk gergaji dan kapur dengan penambahan *fly ash* dan PC 0,16:0,09 sangat berpengaruh paling besar dalam menurunkan kadar TPH sebesar 63,64%. Persentase efisiensi penurunan kadar TPH yang telah mengalami stabilisasi lebih besar dibandingkan dengan efisiensi penurunan kadar TPH yang belum mengalami stabilisasi.

**Kata kunci :** TPH; *oil sludge*; *drying*; stabilisasi; kombinasi *drying* dan stabilisasi; serbuk gergaji; kapur; *fly ash* dan *portland cement*

## Abstract

Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) are contaminants that can adversely affect the environment and human health. Before being discharged into the environment, B3 waste from Oil sludge samples containing TPH must meet the requirements set forth in the Regulation of the Minister of Environment (PERMEN LH) No. 63 of 2016 concerning the requirements and procedures for the disposal of hazardous and toxic waste (B3) at the facility PPLI final landfilling. The reduction in TPH levels is carried out through the use of sawdust and lime through the drying method, and the combination of drying and stabilization methods uses a comparison of sawdust, lime, fly ash, and portland cement (PC). The experiment aims to determine the effective comparison of oil sludge in the drying process with the ratio of sawdust and lime as well as the combination process of drying and stabilization using a ratio of sawdust, lime, fly ash, and PC to reduce TPH levels from oil sludge samples. Based on the experimental data of the two samples, it can be concluded that the most effective oil sludge sample is B2 sample (contains moisture 0,66%) that has undergone a combination of drying and stabilization process with a ratio of 0.15: 0.40 sawdust and lime with the addition of fly ash and PC 0.16: 0,09 was the most influential in reducing TPH levels by 63.64%. The percentage efficiency of TPH content reduction which has been stabilized is greater than the efficiency of TPH content reduction that has not been stabilized

**Keywords :** TPH; *oil sludge*; *drying*; stabilisasi; kombinasi *drying* dan stabilisasi; serbuk gergaji; kapur; *fly ash* dan *portland cement*

## PENDAHULUAN

Petroleum berasal dari kata *petra* yang artinya batu dan *oleum* yang artinya minyak. Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) adalah gabungan dari ratusan senyawa kimia yang berasal dari minyak mentah yang mengandung unsur hidrogen dan karbon. Aktivitas industri perminyakan umumnya menghasilkan limbah minyak dan banyak terjadi tumpahan baik di tanah maupun perairan. Limbah yang mengandung senyawa TPH meresap kedalam lapisan tanah dan dapat tertahan dalam waktu yang cukup lama (USEPA, 2015). Dampak senyawa TPH dapat mempengaruhi sistem saraf pusat seperti pusing, gangguan pada darah, sistem kekebalan, paru-paru, kulit, mata, dan kerusakan saraf (Mulia, 2005). Salah satu pengolahan yaitu dengan cara menurunkan kadar TPH yang ada dalam limbah dengan memanfaatkan serbuk gergaji, kapur, *fly ash* dan *PC* (Keshawaraz, 1993; Sridharan *et al.*, 1997; Kaniraj & Havanagi, 1999; Parsons & Kneebone, 2005).

PT Prasadha Pamunah Limbah Industri (PPLI) adalah perusahaan yang memberikan berbagai pelayanan pengelolaan limbah. Penetapan kadar TPH merupakan salah satunya, yang dilakukan secara spektrofotometri IR yang mengacu pada standar USEPA yang bertujuan untuk mengetahui limbah yang mengandung TPH yang dapat dibuang secara langsung ke *landfill* atau tidak. Kadar TPH maksimal di pembuangan akhir sebesar 10% berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 63 Tahun 2016 tentang persyaratan dan tata cara penimbunan limbah bahan berbahaya dan beracun di fasilitas penimbunan akhir.

Pemanfaatan serbuk gergaji merupakan salah satu metode adsorpsi yang sering digunakan. Serbuk gergaji memiliki senyawa kimia berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang memiliki gugus fungsi  $-OH$ . Gugus ini dapat berfungsi sebagai adsorben untuk kadar TPH (Crini, 2005) dan pengolahan limbah yang mengandung logam berat (Khasanah, 2006).

Pemanfaatan kapur dimaksudkan sebagai zat perekat (*tobermorite*) ketika dicampurkan dengan serbuk gergaji. Efektivitas penggunaan kapur yang berpotensi murah dan sederhana untuk menurunkan kadar TPH. Stabilisasi kimia dengan zat pengikat seperti semen, kapur, dan *fly ash* dapat dilakukan dengan cepat dan biaya yang ekonomis, oleh karena itu stabilisasi kimia menjadi alternatif penting dalam menurunkan kadar TPH. (Keshawaraz, 1993; Sridharan *et al.*, 1997; Kaniraj & Havanagi, 1999; Parsons & Kneebone, 2005).

Percobaan bertujuan untuk mengetahui perbandingan yang efektif pada *oil sludge* dalam proses *drying* dengan perbandingan serbuk gergaji dan kapur serta proses kombinasi *drying* dan stabilisasi dengan perbandingan serbuk gergaji, kapur, *fly ash*, dan *PC* untuk menurunkan

kadar TPH dari kedua sampel dan persentase efisiensi kadar TPH terbesar, berdasarkan penurunan persentase kadar TPH terkecil dari hasil proses *drying* dengan hasil proses kombinasi *drying* dan stabilisasi dari berbagai perbandingan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

- Bahan uji yang digunakan adalah dua sampel *oil sludge* yaitu sampel A (PT X) dan B (PT Y), serbuk gergaji, kapur, *fly ash*, dan *PC*.
- Sampel A mengandung kadar TPH sebesar 18,57% dan sampel B sebesar 11,77%,
- Bahan kimia yang digunakan adalah air suling bebas organik, tetrakloroetilena, natrium sulfat anhidrat, silika gel, dan *glass wool*.

### Alat

- Spektrofotometer inframerah model *analyzer* *infracal*® TOG/TPH,
- *moisture analyzer*,
- neraca analitik *Mettler Toledo*, dan *shaker*.
- kuvet, batang pengaduk, *beaker glass*, *vial* 7-10 mL, botol *vial* 40 mL, oven, labu ukur 10 mL, pipet volumetrik 1 mL, kolom ekstraksi panjang 30 cm, labu semprot, *bulb*, spatula *stainless steel*, dan cawan aluminium.

### Proses *Drying* Sampel

Sampel A dan B ditimbang sebanyak 50 gram lalu ditambahkan serbuk gergajidan kapur dengan perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 1. Sampel tersebut dimasukkan dalam *beaker glass*, dihomogenkan. Sampel diberi kode sampel A dan B.

### Proses Kombinasi *Drying* dan Stabilisasi Sampel

Sampel yang telah dilakukan proses *drying* ditimbang sebanyak 20 gram yaitu sampel A<sub>1</sub> dan B<sub>1</sub> dengan perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 2. Sampel tersebut ditambahkan *flyash* dan *PC* dengan perbandingan 0,16:0,09 dalam *beaker glass*, dihomogenkan. Sampel diberi kode sampel A<sub>2</sub> dan B<sub>2</sub>.

### Homogenisasi Sampel

Sampel hasil proses *drying* dengan hasil proses kombinasi *drying* dan stabilisasi digerus terlebih dahulu. Masing-masing sampel diaduk merata sampai homogen.

### Pengujian Sampel Awal

#### 1. Pengukuran kelembapan awal

Cawan aluminium diletakkan pada *moisture analyzer* yang sudah dinyalakan, ditekan tombol *zero*. Sampel dimasukkan ke cawan aluminium, ditimbang  $\pm 5$  gram. Penutup *moisture analyzer* ditutup kembali dan ditunggu sampai pemanasan selesai ditandai dengan tulisan *end* dan hasilnya dicatat.

Tabel 1. Data perbandingan pada proses drying

Sampel	Serbuk gergaji	Kapur	Sampel	Serbuk gergaji	Kapur
A	0,15	0,15	B	0,15	0,15
	0,20	0,15		0,20	0,15
	0,25	0,15		0,25	0,15
	0,30	0,15		0,30	0,15
	0,35	0,15		0,35	0,15
	0,40	0,15		0,40	0,15
	0,15	0,20		0,15	0,20
	0,15	0,25		0,15	0,25
	0,15	0,30		0,15	0,30
	0,15	0,35		0,15	0,35
	0,15	0,40	0,15	0,40	

Tabel 2. Data perbandingan pada proses kombinasi *drying* dan stabilisasi

Proses <i>Drying</i>			Proses Kombinasi <i>Drying</i> dan Stabilisasi		
Serbuk gergaji	Kapur	Sampel <i>Drying</i>	<i>Fly Ash</i>	<i>PC</i>	Sampel Kombinasi <i>Drying</i> dan Stabilisasi
0,15	0,15		0,16	0,09	
0,20	0,15		0,16	0,09	
0,25	0,15		0,16	0,09	
0,30	0,15		0,16	0,09	
0,35	0,15		0,16	0,09	
0,40	0,15	A <sub>1</sub>	0,16	0,09	A <sub>2</sub>
0,15	0,20		0,16	0,09	
0,15	0,25		0,16	0,09	
0,15	0,30		0,16	0,09	
0,15	0,35		0,16	0,09	
0,15	0,40		0,16	0,09	
0,15	0,15		0,16	0,09	
0,20	0,15		0,16	0,09	
0,25	0,15		0,16	0,09	
0,30	0,15		0,16	0,09	
0,35	0,15		0,16	0,09	
0,40	0,15	B <sub>1</sub>	0,16	0,09	B <sub>2</sub>
0,15	0,20		0,16	0,09	
0,15	0,25		0,16	0,09	
0,15	0,30		0,16	0,09	
0,15	0,35		0,16	0,09	
0,15	0,40		0,16	0,09	

## 2. Penetapan kadar TPH awal

Sampel A dan B yang telah dilakukan proses *drying* ditimbang sebanyak  $\pm 2$  gram ke botol *vial* 40 mL dan beratnya dicatat. Natrium sulfat anhidrat ditambahkan sebanyak satu sendok spatula dan jika sampel masih basah ditambah kembali sampai sampel kering, setelah itu ditambahkan 10 mL pelarut ekstraksi tetrakloroetilena. Sampel dihomogenkan dengan *shaker* selama 15 menit (150 rpm). Sampel dimasukkan ke kolom kaca yang berisi fase padat silika gel 2-5 gram, filtrat ditampung  $\pm 3$  mL di botol kaca berukuran 10 mL. Kuvet dibilas terlebih dahulu dengan filtrat yang ditampung dalam botol kaca, lalu sebagian filtrat dituangkan dalam kuvet dan

dibaca kadar TPH menggunakan Spektrofotometer IR.

## Pengujian Sampel Hasil Proses *Drying* (A<sub>1</sub> dan B<sub>1</sub>)

### 1. Penetapan Kadar TPH Hasil Proses *Drying* (A<sub>1</sub> dan B<sub>1</sub>)

Sampel A<sub>1</sub> dan B<sub>1</sub> yang telah dilakukan proses *drying* ditimbang sebanyak  $\pm 2$  gram ke botol *vial* 40 mL dan beratnya dicatat. Natrium sulfat anhidrat ditambahkan sebanyak satu sendok spatula dan jika sampel masih basah ditambah kembali sampai sampel kering, setelah itu ditambahkan 10 mL pelarut ekstraksi tetrakloroetilena. Sampel dihomogenkan dengan *shaker* selama 15 menit (150 rpm). Sampel dimasukkan ke kolom kaca yang berisi fase padat silika gel 2-5 gram,

filtrat ditampung ± 3 mL di botol kaca berukuran 10 mL. Kuvet dibilas terlebih dahulu dengan filtrat yang ditampung dalam botol kaca, lalu sebagian filtrat dituangkan dalam kuvet dan dibaca kadar TPH menggunakan Spektrofotometer IR.

### Pengujian Sampel Hasil Proses Kombinasi Drying dan Stabilisasi (A<sub>2</sub> dan B<sub>2</sub>)

#### 1. Penetapan Kadar TPH Hasil Proses Kombinasi Drying dan Stabilisasi

Sampel A<sub>2</sub> dan B<sub>2</sub> yang telah dilakukan proses kombinasi *drying* dan stabilisasi ditimbang sebanyak ± 2 gram ke botol *vial* 40 mL dan beratnya dicatat. Natrium sulfat anhidrat ditambahkan sebanyak satu sendok spatula dan jika sampel masih basah ditambah kembali sampai sampel kering, setelah itu ditambahkan 10 mL pelarut ekstraksi tetrakloroetilena. Sampel dihomogenkan dengan *shaker* selama 15 menit (150 rpm). Sampel dimasukkan ke kolom kaca yang berisi fase padat silika gel 2-5 gram, filtrat ditampung ± 3 mL di botol kaca berukuran 10 mL. Kuvet dibilas terlebih dahulu dengan filtrat yang ditampung dalam botol kaca, lalu sebagian filtrat dituangkan dalam kuvet dan dibaca kadar TPH menggunakan Spektrofotometer IR.

#### Perhitungan Data

Hasil yang didapat dari masing-masing proses *drying* serta proses kombinasi *drying* dan stabilisasi yang telah dibuat kemudian dibandingkan dengan baku mutu lingkungan. Data hasil uji untuk perhitungan konsentrasi dan persentase kadar TPH dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}\right) = \frac{R \times D \times V}{W}$$

$$\% \text{ TPH} = \frac{\text{Konsentrasi } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}\right)}{10000}$$

Keterangan :

- R : Konsentrasi dari pembacaan alat (mg/L)
- V : Volume (L)
- D : Faktor Pengenceran
- W : Bobot sampel (kg)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel *oil sludge* nn sebelum dilakukan penurunan kadar TPH terlebih dahulu harus diketahui kadar awal TPH masing-masing sampel. Adapun kadar awal TPH dan kelembapan masing-masing sampel dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Kadar TPH dan Kelembapan Sampel A dan B.

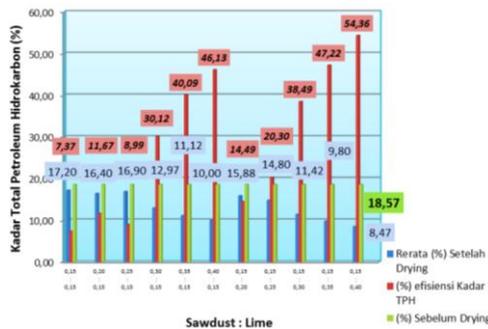
Sampel	Kadar TPH awal (%)	Kelembapan (Moisture)(%)
Sampel A	18,57	3,53
Sampel B	11,77	0,66

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa sampel A memiliki kadar TPH dan kelembapan paling besar, sampel A dan B memiliki kadar TPH lebih dari 10%. Sebelum ditimbun ke *landfill*, sampel harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu yaitu dengan menurunkan kadar TPH. Menurut hasil yang didapat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi kelembapan maka semakin tinggi pula kandungan kadar TPH pada sampel. Menurut Kurniawan (2010), kelembapan naik karena kadar air dalam tanah tinggi, ketika kadar air dalam tanah tinggi maka kadar oksigen dalam tanah akan menurun, kadar oksigen yang menurun akan menghambat atau memperlambat proses biodegradasi oleh bakteri, sehingga kadar TPH tinggi. Biodegradasi adalah proses pemecahan bahan organik oleh aktivitas mikroba yang melibatkan enzim yang dihasilkan oleh organisme hidup. Bakteri yang dapat mendegradasi kadar TPH dikenal sebagai bakteri hidrokarbonoklastik. Bakteri tersebut dapat berasal dari bakteri asal tanah *Rizosfer*, sedimen tanah, dan pupuk kandang sapi (Charlena, 2010).

Gergaji dan kapur pada masing-masing sampel akan menunjukkan perbandingan yang paling berpengaruh dalam membantu menurunkan kadar TPH sampel. Pemanfaatan serbuk gergaji dan kapur ataupun proses *drying* ini dapat menurunkan kadar TPH dan dilanjutkan dengan proses kombinasi *drying* dan stabilisasi dengan penambahan *fly ash* dan *PC* karena adanya perbedaan karakteristik dari masing-masing sampel. Berdasarkan hasil percobaan di atas diketahui bahwa serbuk gergaji banyak mengandung selulosa, setelah dicampurkan dengan *lime* akan membentuk kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) sebagai semakin merekatkan butir-butir agregat sehingga terbentuk massa yang kompak dan padat (Nurwati, 2006). Bakteri lain yang dapat mendegradasi kadar TPH adalah *Metanacoccus*.

Penetapan kadar TPH dengan kecepatan yang sangat tinggi pada saat sampel di *shaker* mengakibatkan botol *vial* yang digunakan mudah pecah dikarenakan botol *vial* yang kurang tebal tidak sebanding dengan kecepatan yang digunakan. Hasil dari pemanfaatan serbuk Berdasarkan hasil percobaan pada sampel A dan B, menunjukkan bahwa semakin tinggi perbandingan yang digunakan maka semakin tinggi pula penurunan kadar TPH. Banyaknya perbandingan serbuk gergaji dan kapur juga sangat mempengaruhi penurunan kadar TPH dilihat dari hasil yang diperoleh.

Grafik hasil kadar TPH pada sampel A dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil kadar tph pada proses *drying* (Sampel A<sub>1</sub>).

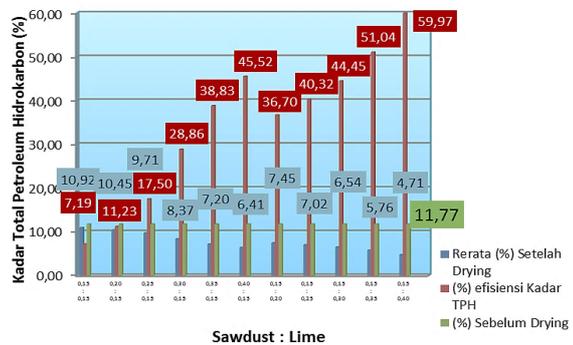
Gambar 4 menunjukkan grafik penurunan kadar yang cukup signifikan disetiap perbandingan serbuk gergaji dan kapur yang berbeda. Penurunan yang signifikan terjadi pada perbandingan 0,15:0,40. Penurunan pada perbandingan tersebut sangat efektif karena mampu menurunkan kadar TPH sebesar 8,47% dari kadar awal 18,57% dengan nilai efisiensi yaitu 54,36%.

Hal tersebut menunjukkan bahwa pada perbandingan serbuk gergaji dan kapur 0,15:0,40 sampel berada pada nilai dibawah 10% yang artinya dapat ditimbun ke *landfill*. Perbandingan yang lain memiliki hasil yang diperoleh kurang efektif. Hasil yang diperoleh melebihi nilai 10%. Hal ini terjadi karena beberapa faktor yaitu dapat dilihat dari ukuran partikel sampel, dan pengadukan dari fluida (campuran pelarut dan padatan) (Widioko & Rustyawan, 2009). Faktor lain yang mempengaruhi yaitu kemampuan dari serbuk gergaji yang telah jenuh sehingga tidak dapat mengadsorpsi kembali kadar TPH yang ada pada sampel.

Hasil kadar TPH pada sampel A<sub>1</sub> menunjukkan bahwa dari perbandingan serbuk gergaji yang semakin banyak berpengaruh terhadap penurunan kadar TPH. Semakin banyak serbuk gergaji yang digunakan maka penurunan kadar TPH akan semakin besar. Hal ini dikarenakan serbuk gergaji berperan sebagai adsorben. Serbuk gergaji merupakan salah satu jenis limbah yang bersifat organik yang memiliki kemampuan untuk proses adsorpsi. Penurunan kadar TPH dikarenakan adanya proses adsorpsi antara serbuk gergaji dengan sampel. Serbuk gergaji akan menyerap senyawa organik nonpolar yaitu kadar TPH sehingga dapat menurunkan kadar TPH. Penurunan persentase kadar TPH terjadi dari perbandingan 0,20:0,15 terhadap 0,25:0,15 kemudian terjadi kenaikan kembali kadar TPH pada perbandingan 0,30:0,15. Hal tersebut dapat dikarenakan kurangnya homogenitas sampel pada saat *drying* sampel. Hasil kadar TPH pada sampel A<sub>1</sub> menunjukkan bahwa dari perbandingan kapur yang semakin banyak juga berpengaruh terhadap penurunan kadar TPH. Semakin banyak kapur yang digunakan maka efisiensi penurunan kadar TPH akan semakin besar. Penurunan kadar TPH

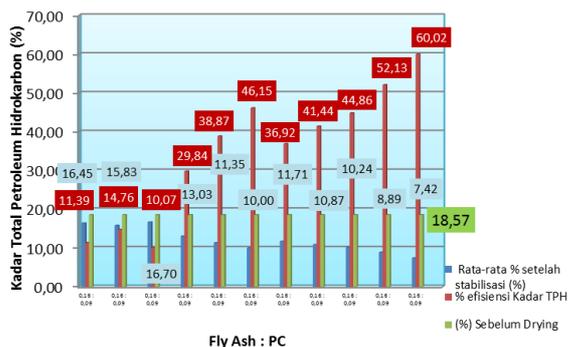
ini memiliki persentase yang berbeda-beda pada setiap perbandingan serbuk gergaji dan kapur. Semakin banyak kapur maka akan semakin banyak zat perekat (*tobermorite*) sehingga lebih efektif untuk digunakan dalam menurunkan kadar TPH.

Gambar 5 menunjukkan penurunan kadar TPH yang paling besar terdapat pada perbandingan serbuk gergaji dan kapur 0,15:0,40. Hasil efisiensi penurunan kadar TPH sebesar 59,97% dari kadar awal 11,77% menjadi 4,71%. Setiap sampel memiliki kemampuan daya serap yang berbeda-beda terhadap adsorben yaitu serbuk gergaji. Serbuk gergaji merupakan studi tentang penurunan kadar TPH pada *oil sludge*, dipilih karena murah dan cukup melimpah di Indonesia. Proses ini memiliki metode yang sangat efisien dan hemat biaya. Dilihat secara fisik sampel B lebih cenderung memiliki kelembapan yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel A. Hal tersebut berpengaruh terhadap kemampuan daya serap sampel terhadap adsorben. Pada saat proses *drying* pengadukan juga berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Semakin cepat putaran pengadukan maka akan menaikkan turbulensi (tumbukan) sehingga kontak antara padatan semakin sering terjadi menyebabkan koefisien transfer massa semakin besar (Artati & Fadilah, 2007). Grafik hasil TPH sampel B<sub>1</sub> yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 5.



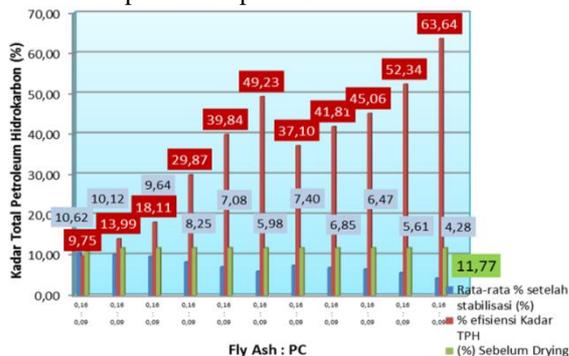
Gambar 5. Hasil Kadar TPH pada Proses *Drying* (Sampel B<sub>1</sub>).

Proses stabilisasi merupakan proses penambahan bahan aditif atau reagen yang bertujuan untuk mengurangi sifat beracun limbah dengan cara mengubah limbah dan komponen berbahayanya dalam bentuk yang dapat mengurangi laju migrasi kontaminan ke lingkungan, atau mengurangi sifat beracun limbah tersebut. Proses kombinasi *drying* dan stabilisasi dilakukan dengan menambahkan *fly ash* dan PC dengan perbandingan 0,16:0,09 pada masing-masing perbandingan hasil *drying*. Hasil kombinasi *drying* dan stabilisasi kadar TPH pada sampel A<sub>2</sub> dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 .Hasil Kadar TPH pada Proses Kombinasi Drying dan Stabilisasi (Sampel A<sub>2</sub>).

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Gambar 6, persentase efisiensi penurunan kadar TPH yang paling besar terdapat pada perbandingan serbuk gergaji dan kapur 0,15:0,40 dengan penambahan *fly ash* dan PC 0,16:0,09, nilai efisiensi penurunan sebesar 60,02%. Hasil yang diperoleh pada proses kombinasi *drying* dan stabilisasi sampel B<sub>2</sub> menunjukkan bahwa persentase efisiensi penurunan kadar TPH yang paling besar terdapat pada perbandingan serbuk gergaji dan kapur 0,15:0,40 dengan penambahan *fly ash* dan PC 0,16:0,09. Hasil tersebut memiliki nilai efisiensi penurunan sebesar 63,64%. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Proses Kombinasi Drying dan Stabilisasi Kadar TPH pada Sampel B<sub>2</sub>.

Gambar 7 dapat dilihat bahwa hasil menunjukkan persentase efisiensi perbandingan memiliki kenaikan kadar TPH diatas 50%. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses kombinasi *drying* dan stabilisasi berperan penting dalam penurunan kadar TPH selain pemanfaatan serbuk gergaji dan kapur. Kedua metode tersebut menggunakan metode adsorpsi yaitu dengan pemanfaatan serbuk gergaji. Serbuk gergaji memiliki senyawa kimia berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang memiliki gugus fungsi -OH. Gugus ini yang dapat berfungsi sebagai adsorben. Prinsip dasar pengolahan ini merupakan adsorpsi secara fisika (*physical adsorption*) yaitu proses terkonsentrasinya molekul-molekul adsorbat (zat yang akan diadsorpsi) dalam *oil sludge* (misalnya zat organik dan lainnya) ke permukaan karbon aktif karena adanya gaya tarik antara molekul karbon aktif dengan molekul-molekul adsorbat yang ada

dalam *oil sludge* (gaya Van Deer Waals) (Crini, 2005).

Tabel 4. Efisiensi penurunan kadar tph terbesar pada proses *drying* dengan proses kombinasi *drying* dan stabilisasi.

Sampel	Kadar Awal (%)	Serbuk gergaji: Kapur	Kadar TPH Akhir (%)	Efisiensi Penurunan Kadar TPH (%)
A <sub>1</sub>	8,57	0,15:0,40	8,47	54,36
B <sub>1</sub>	1,77	0,15:0,40	4,71	59,97
A <sub>2</sub>	8,57	0,15:0,40	7,42	60,02
B <sub>2</sub>	1,77	0,15:0,40	4,28	63,64

Tabel 4 menunjukkan dari kedua sampel, persentase penurunan kadar TPH terbesar terdapat pada perbandingan serbuk gergaji dan kapur 0,15:0,40 pada sampel B<sub>1</sub> sebesar 59,97% dari proses *drying* dan sampel B<sub>2</sub> dengan perbandingan sebesar 63,64% dari proses kombinasi *drying* dan stabilisasi. Efisiensi penurunan kadar TPH sampel B lebih besar dibandingkan dengan sampel A. Hal ini terjadi karena kadar TPH awal pada sampel B lebih kecil dibandingkan dengan sampel A, sehingga serbuk gergaji dan kapur yang digunakan lebih sedikit untuk mendapatkan efisiensi penurunan yang cukup besar. Persentase efisiensi penurunan kadar TPH yang telah mengalami stabilisasi lebih besar dibandingkan dengan efisiensi penurunan kadar TPH yang belum mengalami stabilisasi. Hal tersebut karena pada proses stabilisasi terdapat penambahan *fly ash* dan PC. PC memiliki komposisi yang mengandung *calcareous* yaitu batuan alam yang mengandung senyawa CaCO<sub>3</sub> dan digunakan sebagai sumber oksida kalsium. Batuan alam yang termasuk dalam *calcareous* yaitu batu kapur (*limestone*) (Suprpto, 1995) sehingga dengan adanya penambahan PC tersebut maka semakin bertambah pula zat perekat (*tobermorite*) dalam menurunkan kadar TPH.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil percobaan kedua sampel, dapat disimpulkan bahwa sampel *oil sludge* yang paling efektif adalah sampel yang telah mengalami proses kombinasi *drying* dan stabilisasi dengan perbandingan 0,15:0,40 serbuk gergaji dan kapur dengan penambahan *fly ash* dan PC 0,16:0,09 pada sampel B<sub>2</sub> sangat berpengaruh paling besar dalam menurunkan kadar TPH sebesar 63,64%. Persentase efisiensi penurunan kadar TPH yang telah mengalami stabilisasi lebih besar dibandingkan dengan efisiensi penurunan kadar TPH yang belum mengalami stabilisasi.

## DAFTAR PUSTAKA

APHA. (2012). *Standar Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22<sup>nd</sup> Edition*. American Public Health Association. Wahington DC.

- USEPA. (2015). *TPH Production*. <https://www.epa.gov>. EPA-8015c. USA.
- Artati E., K., Fadilah. (2007). *Pengaruh kecepatan putar pengadukan dan suhu operasi pada ekstraksi tanin dari jambu mete dengan pelarut aseton*. *Ekulibrium* 6(1) : 33-38.
- Charlena. (2010). *Bioremediasi tanah tercemar limbah minyak bumi menggunakan konsorsium bakteri*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor, Indonesia.
- Crini, G. (2005). *Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment*. *Prog. Polym. Sci.*, 30:38-70.
- Effendi, K. (2005). *Pengaruh perendaman dan kadar air perekat terhadap sifat fisis mekanis papan partikel dari ampas tebu*. Skripsi. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Sekretariat BAPEDAL. (1995). *Persyaratan teknis pengolahan limbah bahan berbahaya dan beracun*. Keputusan-03/Bapedal/09/1995. Jakarta.
- Keshawaraz, M. S., Dutta, U. (1993). *Stabilization of South Texas soils with fly ash for soil improvement*. *Asce, New York* : 30-42.
- Khasanah, E. N. (2006). *Adsorpsi logam berat*. *Oseana*. 34:1-7.