

REDUKSI KANDUNGAN KALIUM TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PENCUCIAN METODA ALIRAN AIR

Adi Prismantoko^{1*}, Yayan Heryana², Yoga Peryoga³, Agung Wijono⁴

^{1,2,3,4}Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Disain, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Gedung 480, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan, 15314

*E-mail: adi.prismantoko@bppt.go.id

ABSTRAK

Sebagai penghasil CPO terbesar di dunia, Indonesia saat ini mempunyai limbah padat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang sangat banyak yaitu sekitar 29 juta ton per tahun. Potensi listrik yang dapat dibangkitkan dengan menggunakan TKKS ini adalah sebesar 1100 MW. Tetapi untuk mempergunakan 100% TKKS sebagai bahan bakar boiler, harus dilakukan *pretreatment* agar berkurang kandungan kadar Kalium dan kandungan airnya. Sistem pencucian biomassa bertujuan untuk mengurangi kandungan mineral-mineral khususnya mineral dengan titik leleh rendah seperti Kalium yang terkandung di dalam biomassa. Kandungan kalium yang tinggi pada TKKS yang digunakan sebagai bahan bakar boiler dapat menyebabkan *slagging* pada *tubes* boiler. Metodologi pencucian biomassa pada penelitian ini dilakukan dengan Metoda Aliran Air (*Water Flow Method*), yaitu cacahan TKKS dialiri dengan sejumlah air dengan kecepatan alir tertentu, sehingga pengotor akan terlepas dari biomassa. Pencucian dilakukan dengan variasi laju alir air pencuci dan waktu kontak antara biomassa dengan air. Penurunan kadar abu (Kalium) bervariasi antara 30-55% massa, tergantung variasi yang dipilih. Kadar abu terendah diperoleh dengan proses pencucian dengan jumlah air yang besar. Mengingat air yang tersedia untuk proses terbatas, maka perlu dilakukan optimasi laju air pencuci dan pengelolaan daur ulang air limbah. Hasil penurunan yang juga cukup signifikan diperoleh pada proses pencucian dengan laju alir yang relatif lebih rendah yaitu 1 Liter/menit selama 10 menit, ditandai penurunan kadar abu sekitar 50% massa. Pencucian biomassa dengan air yang mengalir sangat efektif dan dapat mengurangi kandungan kalium dalam TKKS hingga 50% massa.

Kata Kunci: Metoda aliran air, Pencucian biomassa, Reduksi kandungan Kalium, Tandan kosong kelapa sawit.

ABSTRACT

As the world's largest CPO producer, Indonesia produces Empty Fruit Bunch (EFB) of Palm Oil as a solid waste over 29 million tons per year. The electricity potentials generated by the use of EFB as boiler fuel is around 1100 MW. However, completely using EFB as fuel needs several pretreatments in order to reduce potassium and water content. Biomass washing has objective to reduce mineral contents, especially low melting point minerals, such as potassium in biomass. High potassium content in EFB can cause slagging on boiler tubes. In this study, the effect of biomass washing was studied by Water Flowing Method. Shredded palm EFB fibre was flowed by water with a certain flow rate, so that the impurities will be removed from biomass. Parameters observed in washing system included water flow rate and contact time between biomass and water. The ash content (Potassium) reduction varies between 30-55 wt%, depending on water flow rate and contact time. The lowest ash content was obtained by washing process using large amount of water. Considering limited water availability, it is necessary to optimize the washing rate and waste water recycling management. Significant decrease of potassium content was obtained by applied low water flow rate (1 Liter / min) for 10 min, lessen ash content until 50 wt%. Therefore, biomass washing by water flowing method was found to be very effective, proved by reducing potassium content in EFB up to 50 wt%.

Keywords: Water flow method, Biomass washing, Potassium content reduction, Palm empty fruit bunch

PENDAHULUAN

Produksi minyak kelapa sawit (CPO) di Indonesia sekitar 33 juta ton, yang berasal dari tandan buah segar (TBS) kelapa sawit sekitar 138 juta ton (rendemen CPO 24% dari TBS) (BPS, 2013). Dengan asumsi bahwa limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah

sebesar 21% dari total tandan buah segar yang masuk ke pabrik kelapa sawit, secara nasional akan diperoleh jumlah TKKS sebanyak 29 juta ton.

Salah satu pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit adalah untuk bahan bakar boiler PLTU. Masalah utama dalam pemanfaatan

biomassa TKKS sebagai bahan bakar PLTU adalah pada pretreatment TKKS itu sendiri sebelum masuk ke boiler. Selain diperlukannya pengeringan tandan kosong kelapa sawit karena kadar air yang terlalu tinggi, diperlukan pula upaya penurunan kadar abu dari TKKS sehingga akan menurunkan resiko *fouling* dan *slagging* pada *tubes* dan dinding boiler yang menggunakan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan bakar.

Kandungan abu ini terdiri dari kalium dan mineral-mineral yang lain. Mineral-mineral pada TKKS ini berasal dari kandungan TKKS itu sendiri dan pengotor eksternal seperti tanah yang menempel pada tandan kosong kelapa sawit saat proses panen. Oleh karena itu, kadar mineral ini dapat diturunkan dengan proses pencucian dengan penambahan sejumlah air untuk melarutkan pengotor tersebut. *Pretreatment* pencucian merupakan teknik praktis yang bisa digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas biomassa yang ternyata efektif dalam mengurangi kandungan abu dari limbah kelapa sawit dengan presentase pengurangan sekitar 43%-52% massa (Sulaiman et al, 2011).

Telah dilakukan penelitian untuk mempelajari reduksi abu untuk mengurangi *fouling* dan *slagging* pada boiler, baik dengan disemprot air dengan keran (Jenkin et al, 1996) maupun direndam dengan waktu tertentu dengan menggunakan berbagai media baik air, aquades maupun ditambahkan zat asam (Raksodewanto et al, 2014) yang menghasilkan pengurangan kadar abu rata-rata 30-50% massa, tetapi kurang efektif karena menggunakan jumlah air yang cukup besar dan waktu perendaman yang relatif panjang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengurangi kandungan kalium dan mineral lain pada tandan kosong kelapa sawit sehingga dapat digunakan 100% sebagai bahan bakar boiler.

METODE

Untuk mengetahui sejauh mana proses pencucian mempengaruhi penurunan kadar kalium (K) dari tandan kosong kelapa sawit, maka perlu dilakukan suatu rangkaian pengujian skala laboratorium.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan cara pencucian dengan metode air mengalir. Pencucian dengan air mengalir, yaitu biomassa dilalui dengan aliran sejumlah air dengan kecepatan alir tertentu, sehingga pengotor akan terlepas dari biomassa.

Parameter yang dipilih dalam metode pencucian dengan air mengalir ini adalah laju alir air pencucian dan waktu kontak air dengan biomassa.

Adapun urutan metodologi penelitiannya adalah sebagai berikut:

Langkah pertama adalah pengambilan tandan kosong kelapa sawit dari sumber PKS yaitu PKS Pandeglang, Jawa Barat.

Langkah kedua, *pretreatment* sampel dengan cara pencacahan hingga berukuran 5 mm. Hal ini ditujukan untuk homogenisasi bahan baku.

Langkah ketiga, mempersiapkan alat pencucian air mengalir. Pada penelitian ini disediakan sumber air dari air keran yang dipompa menggunakan pompa air melewati bak penampung yang di atasnya terdapat saringan sebagai tempat sampel. Sampel dilewati oleh air menyebabkan mineral yang terkandung dalam sampel jatuh kedalam bak penampung.

Langkah keempat, pengujian proses pencucian air mengalir, dengan variasi parameter uji meliputi: (a) laju alir pencucian, (b) waktu kontak biomassa dengan air pencuci. Pada pengujian dengan metode alir ditetapkan variabel sebagai berikut: 4 variasi laju alir air pencucian 0,5 L/menit, 1 L/menit, 2,5 L/menit, 5 L/menit, serta lama waktu pencucian yaitu 5 menit, 10 menit, 30 menit, dan 60 menit.

Langkah kelima, dilakukan analisa kadar air dan kadar abu, kemudian ditarik kesimpulan. Pengujian kadar air menggunakan metode ASTM E871, sedangkan pengujian kadar abu menggunakan metode ASTM E1534.

Jumlah sampel yang digunakan dalam proses pencucian masing-masing sebanyak 5 gram untuk setiap variasi. Sehingga, diperlukan sekitar 80 gram tandan kosong kelapa sawit untuk percobaan, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variasi pretreatment pencucian biomassa dengan metode air mengalir

Debit (L/min)	Waktu alir (menit)			
	5	10	30	60
0	Tanpa perlakuan			
0,5	5	5	5	5
1	5	5	5	5
2,5	5	5	5	5
5	5	5	5	5
Total (gr)	20	20	20	20
	80			

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai pendahuluan, dilakukan pengujian kadar air dan kadar abu dari biomassa tandan kosong kelapa sawit yang telah dicacah sebesar 5 mm dan tidak mengalami perlakuan pencucian.

Pengujian kadar air dan kadar abu tandan kosong kelapa sawit tanpa perlakuan dilakukan dengan empat sampel agar hasil yang didapat lebih akurat, adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3 dibawah ini,

Tabel 2. Hasil analisa kadar air sampel tandan kosong kelapa sawit tanpa perlakuan

	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
mC	55.0670	53.0502	56.1089	62.9716
mC + sampel	57.0714	55.0599	58.1093	64.9825
m1	56.8953	54.8810	57.9291	64.8008
m2	56.8967	54.8802	57.9297	64.8061
% moisture	8.72%	8.94%	9.26%	8.77%
Rata-rata kadar air sampel = 8.92%				

keterangan : mC : berat krusibel, m1 : penimbangan pertama, m2 : penimbangan kedua

Tabel 3. Hasil analisa kadar abu sampel tandan kosong kelapa sawit tanpa perlakuan

	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
m _{sampel} , gr	2.0044	2.0097	2.0004	2.0109
setelah diabukan, gr	0.1067	0.1572	0.1402	0.1358
Wet ash, %	8.02	7.82	7.01	6.75
Dry ash, %	8.78	8.59	7.72	7.40
m _{sampel} , gr	2.0044	2.0097	2.0004	2.0109
Rata-rata kadar abu = 8.12%				

Tabel 2 menunjukkan hasil analisa kadar air dimana rata-rata dari empat sampel yang diuji sebesar 8,92%, sedangkan dari tabel 3 diperoleh bahwa rata-rata kadar abu dari empat

sampel tersebut adalah 8,12%. Adapun hasil pencucian dengan metode air mengalir adalah sebagai berikut :

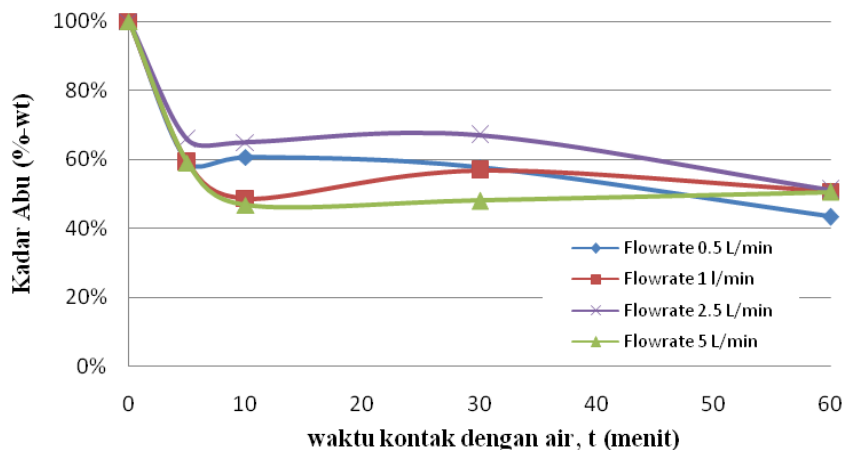
Tabel 4. Hasil analisa kadar air dan kadar abu sampel tandan kosong kelapa sawit dengan metode pencucian air mengalir

Laju alir (L/min)	Waktu alir							
	5		10		30		60	
	% Air	% Abu	% Air	% Abu	% Air	% Abu	% Air	% Abu
0,5	74.54	4.38	73.72	4.47	77.87	4.25	78.15	3.20
1	76.66	4.81	77.20	3.96	78.06	4.62	76.62	4.12
2,5	78.75	4.85	78.47	4.79	78.36	4.94	80.83	3.77
5	83.39	4.36	78.34	3.45	78.38	3.54	78.71	3.73

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa kadar air rata-rata sampel tandan kosong kelapa sawit setelah dilakukan pencucian air mengalir sebesar 76% dan rata-rata kadar abu sebesar 4%. Terdapat pengurangan kadar abu setelah dilakukan *treatment* pencucian air mengalir. Sampel dengan perlakuan pencucian air mengalir menunjukkan rata-rata kadar abu yang

lebih rendah dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan. Akan tetapi terdapat kenaikan jumlah kadar air pada sampel tandan kosong kelapa sawit akibat proses pencucian.

Berikut ini dapat dilihat penurunan kadar abu TKKS setelah proses pencucian:



Gambar 1. Grafik pengaruh pencucian air mengalir terhadap penurunan kadar abu TKKS

Grafik di atas menunjukkan efek pencucian biomassa TKKS terhadap penurunan kadar abu dari TKKS. Penurunan kadar abu bervariasi antara 30-55%.

Dari variasi percobaan yang dilakukan, dapat dilihat bahwa kadar abu terendah diperoleh dengan proses pencucian dengan jumlah air yang besar. Namun, mengingat air yang tersedia untuk proses juga dalam jumlah terbatas, maka perlu dilakukan tinjauan ulang terhadap pemilihan laju alir air pencuci. Hasil penurunan yang juga cukup signifikan diperoleh pada proses pencucian dengan laju alir yang relatif lebih rendah yaitu 1 Liter/menit selama 10 menit, ditandai dengan penurunan kadar abu sekitar 50%

Pencucian dengan air mengalir akan mengurangi kadar abu yang cukup signifikan,

sehingga kandungan kalium pada bahan bakar menurun.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa proses pencucian dengan air mengalir terbukti dapat mengurangi kandungan kalium pada tandan kosong kelapa sawit hingga 50%. Variasi pencucian yang paling efektif dan sesuai dengan kebutuhan air di pabrik kelapa sawit adalah dengan flow 1 L/min dan waktu alir 10 menit. Sistem pencucian dengan memanfaatkan laju alir dinilai lebih efektif dan efisien untuk mengurangi kandungan kalium pada TKKS.

Akan tetapi, jumlah air yang dapat digunakan untuk proses pencucian di pabrik kelapa sawit jumlahnya terbatas. Untuk itu,

pemilihan metode dan disain pencucian yang akan digunakan ke depannya harus mempertimbangkan ketersediaan air di lingkungan PKS, pengelolaan daur ulang air juga diperlukan agar air yang dipakai dapat dimanfaatkan kembali. Efek dari hasil pencucian tandan kosong kelapa sawit adalah bertambahnya kadar air, untuk itu harus dilakukan *treatment* proses pengeringan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam umpan bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N., Sulaiman, F. 2013. *The Properties of the Washed Empty Fruit Bunches of Oil Palm*. Journal of Physical Science Vol. 24(2), 117-137
- Abdullah, N., Sulaiman, F. & Gerhauser, H. 2011. *Characterisation of Oil Palm Empty Fruit Bunches for Fuel Application*. Journal of Physical Science Vol. 22(1), 1-24
- BPS (Badan Pusat Statistik), *Produksi Perkebunan Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman (ribu ton)*, available online at <http://bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1672>
- Carrilo, M.A., Staggenborg, S.A. & Pineda, J.A. 2014. *Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion*. Fuel 116, 427-431
- Davidsson, K.O., Korsgren, J.G., Pettersson, J.B. & Jaglid, U. 2002. *The Effects of Fuel Washing Techniques on Alkali Release from Biomass*. Journal Fuel 81, 137-142
- Deng, L., Ye, J., Jin, X. & Che, D. 2017. *Transformation and Release of Potassium During Fixed-bed Pyrolysis of Biomass*. Journal of The Energy Institute, 1-8
- Deng, L., Zhang, T. & Che, D. 2013. *Effect of water washing on fuel properties, pyrolysis and combustion characteristics, and ash fusibility of Biomass*. Fuel Processing Technology 106, 712-720
- Erliza, H., Thahar, A., Komarudin, A. 2010. *The Potential of Oil Palm and Rice Biomass as Bioenergy Feedstock, 7th Biomass Workshop Asia*, Jakarta, Indonesia
- Gudka, B., Jones, J.M., Amanda, R.L., Williams, A. & Saddawi, A. 2016. *A Review of The Mitigation of Deposition and Emission Problems During Biomass Combustion Through Washing Pre-treatment*. Journal of The Energy Institute 89, 159-171
- Hong, T., Shu-rong, W. 2009. *Experimental study of the effect of acid-washing pretreatment on biomass pyrolysis*. Journal of Fuel Chemistry and Technology, Vol 37
- Jenkins, B.M., Baxter, L.L. & Miles, T.R. 1996. *Biomass Combustion Characteristics*
- Raksodewanto, A., Kismanto, A. 2014. *Pengurangan Kandungan Kalium dalam Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Boiler*. SPRINT 2014
- Sulaiman, F., Abdullah, N. & Rahman, A. 2011. *Basic Properties of Washed and Unwashed Oil Palm Wastes*. Proceedings of the 3rd CUTSE International Conference Miri, Malaysia
- Udoetok, I.A. 2012. *Characterization of Ash Made from Oil Palm Empty Fruit Bunches*. International Journal of Environmental Sciences, Vol 3 No 1