

***Experiment batch* Adsorben Kulit Kopi Pada Penyisihan Residu *Soil Washing* Dari Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi**

Oktariska Purwani^{1*}

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari Jalan Slamet Riyadi, Kota Jambi

*e-mail : oktariskap@gmail.com

Abstrak.

Residu *soil washing* dari tanah yang terkontaminasi minyak bumi mengandung minyak lemak dan surfaktan. Adsorpsi dapat digunakan untuk memproses air bekas *soil washing*. Penelitian ini membuat biochar kulit kopi sebagai adsorben. Biochar kulit kopi diaduk dengan residu *soil washing* pada pengadukan 60, 90, dan 120 menit, dan massa adsorben 0,5 g, 1,5 g, 2,0 g dan 2,5 g. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efektivitas biochar dari kulit kopi untuk penyisihan minyak lemak dan surfaktan dari residu *soil washing*. Penelitian ini mendapatkan bahwa biochar kulit kopi 2,5 g yang diaduk selama 60 menit menunjukkan efisiensi penyisihan 97,83%. Koefisien determinasi (R^2) model isoterm Langmuir pada adsorben biochar kulit kopi adalah 0,9996. Adsorben biochar kulit kopi efisien mengurangi minyak lemak, tetapi meningkatkan konsentrasi surfaktan sehingga lebih dipertimbangkan sebagai pemulihan surfaktan dari air sisa pencucian tanah.

Kata kunci: Biochar, Kulit Kopi, Residu *Soil washing*,

Abstract.

Water residue from the soil washing process of oil contaminated soil contains fatty and grease and surfactants. The residual material can be adsorbed by biochar. This study determines the efficiency of coffee husk biochar as the adsorbent by evaluating the removal of grease and surfactants. This is an experimental study, varying stirring time.(60, 90, and 120 minutes) and biochar masses (0.5 and 1.5, 2 and 2.5 g). This study shows that the highest removal of grease is observed at 2.5 g mass adsorbent stirred for 60 minutes (associating with 97.83% removal efficiency). The coefficient of determination (R^2) of the Langmuir isotherm model of coffee husk adsorbent is 0.9996. Coffee husk biochar efficiently reduces grease, but because it also produces a greater concentration of surfactants, it is more suitable for use as water recovery for residual soil leaching.

Key Word: Bio-char, Coffee husk, Soil Washing Residue

1. Pendahuluan

Kekayaan alam Indonesia akan minyak bumi memungkinkan industri eksplorasinya menjadi sumber pencemar, dan menurunkan kualitas tanah. Menurut Purwatiningsih dan Masykur (2012), kekayaan minyak bumi tersebar di seluruh Indonesia dan merupakan kegiatan perekonomian negara (Anggraeni *et al*, 2019). Tetapi, pengeboran minyak juga sumber pencemaran minyak bumi ke tanah (Ervayenri, 2007).

Kualitas tanah yang baik penting untuk dijaga dengan mencegah pencemarannya, termasuk pencemaran eksplorasi minyak bumi. Hal ini berhubungan dengan fungsi tanah sebagai media tanam dan keterkaitannya dengan air tanah dan sumber air lainnya, kesehatan manusia dan beraneka keragaman hayati. Pencemaran tanah yang terus-menerus menurunkan kualitas tanah sehingga meniadakan daya dukungnya pada kehidupan (Riawati, 2015). Zat pencemar dapat bersifat volatil, mengalir melalui *run-off* serta meresap ke tanah melalui infiltrasi dan perkolasi. Zat pencemar ini terakumulasi dan melalui proses *bioavailability* diserap tanaman,

kemudian dikonsumsi manusia, atau kontak langsung dengan air tanah dan udara (Muslimah, 2015).

Tetapi pencemaran minyak bumi sulit dihindari karena adanya kebocoran atau kurang hati-hatian terutama di daerah pengeboran illegal, sehingga dampak lebih lanjut harus dimitigasi. Upaya mitigasi dampak pencemaran tanah dilakukan dengan remediasi misalnya dengan *soil washing* (Muslimah, 2015), sebagai teknik mengurangi dampak pencemaran lingkungan oleh polutan berbahaya dengan menggunakan larutan pembersih berbahan dasar air, termasuk zat pengkelat dan surfaktan seperti Tween 80 (Syahra, 2019). Residu air pencucian tanah ini tidak dapat didaur (Desrina, 2011), dan terkontaminasi dengan zat-zat organik dan anorganik selama proses pencucian seperti terlarutnya minyak lemak dan surfaktan yang mengkontaminasi tanah (Aulia, 2020)

Penggunaan karbon aktif dalam proses adsorpsi dapat meningkatkan penyisihan parameter polutan dari limbah secara efisien (Aman, 2018). Penelitian ini menggunakan biochar yang terbuat dari kulit kopi untuk

mengamati penyisihan polutan air limbah dari tanah yang telah terkontaminasi residu pencucian tanah. Menurut Redha (2018), kandungan *lignoselulosa* menunjukkan bahan yang baik untuk karbon aktif, dan ini terdapat di kulit kopi.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Sampel limbah kulit kopi berasal dari Desa Beringin Ujung Kecamatan Patunas Tungkal Ilir, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi, yang merupakan daerah penghasil kopi dataran rendah terbesar di Provinsi Jambi, yang dikenal dengan Liberika Tungkal Komposit. Jenis kopi yang berbeda dengan kopi-kopi dataran lebih tinggi seperti Arabica dan Robusta pada umumnya.

2.2 Metode

2.2.1 Persiapan Biochar Kulit Kopi

Biochar dibuat dengan tahapan pembuatan arang kulit kopi dan aktivasi. Biochar kulit kopi dibuat dengan: (i) membersihkannya dari pengotor seperti ranting, biji kopi, dedaunan kering; (ii) kulit kopi dimasukkan ke furnace; (iii) furnace dinaikkan suhunya secara bertahap (100°C, 150°C, 200°C), hingga 500°C (memerlukan waktu 1 jam); (iii) dan setelah sampai pada suhu tersebut waktu dihitung selama 1 jam; (iv) setelah itu dibiarkan terjadi penurunan suhu (sekurangnya 5 jam); dan (v) arang kulit kopi dihaluskan dengan menumbuknya dengan lumpang, lalu diayak pada ayakan berukuran 40 mesh. Setelah arang kulit kopi diperoleh, diaktivasi dengan NaOH 2% selama 24 jam, lalu dinetralkan dengan aquades melalui pencucian. Arang kulit kopi yang sudah netral tersebut dioven 2 jam pada suhu 100°C, diikuti dengan pendinginan di desikator. Setelah dingin, diletakkan dalam box kedap udara. Biochar kulit kopi siap dipergunakan sebagai adsorben. Sebelum dilakukan pengujian kemampuan penyerapan residu *soil washing*, kualitas biochar harus sesuai dengan SNI-06-3730-1995.

2.2.1 Persiapan Air Residu *Soil Washing* Tanah terkontaminasi minyak bumi

Sampel residu pencucian tanah dari hasil penelitian Arrasyid (2023) pada tanah yang terkontaminasi minyak bumi dengan indikator kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) sebesar 3092,75 ppm. Penelitian Arrasyid (2023) ini menggunakan Tween 80 dalam proses *soil*

washing, dan menghasilkan residu air pencucian. Residu ini yang dipakai dalam penelitian ini sebanyak 3.750 ml total. Residu ini diuji konsentrasi minyak lemak dan surfaktan awalnya.

2.2.1 Desain Percobaan, variable, dan analisis

Penelitian menggunakan biochar kulit kopi sebanyak 0,5, 1, 1,5, 2, dan 2,5 g. Adsorben dengan massa tersebut diaduk dengan waktu pengadukan 60, 90, dan 120 menit pada residu *soil washing* 250 ml untuk masing-masing massa biochar. Pengadukan dilakukan dengan *shaker* dengan kecepatan 250 rpm. Variabel yang diamati adalah konsentrasi minyak lemak dan surfaktant pada air residu pencucian sebelum dan sesudah perlakuan. Data dianalisis untuk menghitung efisiensi penyisihan dan *isotherm Langmuir*. Efisiensi penyisihan dihitung dengan rumus persentase selisih konsentrasi awal dengan konsentrasi akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik adsorben kulit kopi

Karakteristik biochar dalam penelitian ini yang dipergunakan sebagai adsorben memenuhi SNI-06-3730-1995 (Tabel 1), dengan kadar air 1,1%, kadar abu 8,2%, dan kadar volatil 13,6%. Dengan kadar abu maksimal 10%, luas permukaannya lebih luas berdasarkan rendahnya nilai kadar abu yang diperoleh, sedangkan kadar abu yang tinggi dapat menurunkan kadar karbon biochar.

Tabel 1 Karakteristik Adsorben Kulit Kopi

Parameter	Hasil Uji (%)	SNI-06-3730-1995 (%)
Kadar Air	1,1	≤ 15%
Kadar Abu	8,2	≤ 10%
Kadar Volatil	13,6	≤ 25%

3.2 Penyisihan Minyak lemak

Efisiensi penyisihan minyak lemak dari residu *soil washing* berkisar 87% - 98% untuk massa adsorben 2,5 gram (Tabel 2). Pengadukan 60 menit pada massa adsorben 2.5 g menyebabkan efektifitas penyisihan tertinggi (98%). Semakin lama pengadukan efisiensi menurun menjadi 87% pada 90 menit, kemudian meningkat kembali menjadi 97% pada 120 menit. Tetapi, efisiensi penyisihan ini masih berada pada nilai yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh pernyataan Hardyanti (2017) bahwa adsorben kulit kopi mencapai kejenuhan setelah lebih dari 60 menit. Jerapan molekul minyak lemak pada permukaan adsorben akan terlepas dalam kondisi jenuh.

Sementara itu, tinjauan terhadap massa adsorben menunjukkan semakin besar massa

adsorben (hingga 2.5 g), semakin efisien penyisihan minyak lemak (dari 4,35% pada 0.5 g menjadi 97,83% pada 2,5 g). Hal ini disebabkan karena peningkatan jumlah adsorben kulit kopi berpotensi meningkatkan kompleks jerapan (Reyra, 2017).

Tabel 2 Efisiensi Penyisihan Minyak Lemak dengan Variasi Waktu Pengadukan dan Massa adsorben

t-aduk menit	Massa g	Ci mg/L	Ce mg/L	Effisiensi Penyisihan %
60	0,5	4,6	4,4	4,35
	1	4,6	4,3	6,52
	1,5	4,6	3,7	19,57
	2	4,6	2,5	45,65
	2,5	4,6	0,1	97,83
90	0,5	4,6	3,9	15,22
	1	4,6	3,6	21,74
	1,5	4,6	0,4	91,30
	2	4,6	3,4	26,09
	2,5	4,6	0,6	86,96
120	0,5	4,6	3,7	19,57
	1	4,6	4,3	6,52
	1,5	4,6	3,8	17,39
	2	4,6	0,8	82,61
	2,5	4,6	0,2	95,65

3.3 Penyisihan Surfaktan

Konsentrasi surfaktan sebelum perlakuan adalah 0,1709 mg/l pada air residu *soil washing* terkontaminasi minyak bumi. Pada massa terbaik dan kombinasi pengadukannya dalam penyisihan minyak lemak (2.5 g, pada pengadukan 60 menit) konsentrasi surfaktan meningkat terbanyak dari kombinasi lainnya. Secara umum semua perlakuan menunjukkan peningkatan konsentrasi surfaktan dalam air residu (Tabel 4). Hal ini mengindikasikan bahwa adsorbent kulit kopi tidak menjerap surfaktan dalam residu *soil washing* dan cenderung memulihkan surfaktan sebagaimana penelitian. Ahn, et al. (2017) yang mendapatkan 85,- 89,0% surfaktan terpulihkan.

Tabel 3 Kandungan surfaktan pada residu soil washing yang diperlakukan dengan biochar kulit kopi

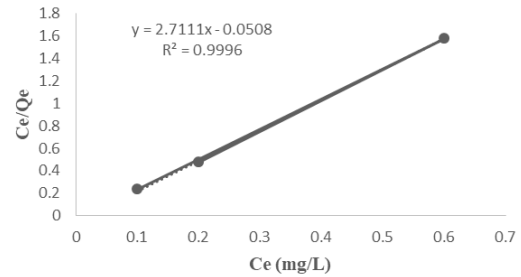
t- aduk menit	Massa gr	Ci mg/l	Ce mg/l	x/m (mg/g)	Kenaikan surfaktan %
60	0,5	0,17	2,09	-0,77	1122,93
	1,0	0,17	3,52	-2,12	959,68
	1,5	0,17	2,75	-1,03	1509,12
	2,0	0,17	4,34	-1,67	2439,49
	2,5	0,17	5,47	-0,02	3100,70
90	0,5	0,17	3,38	-0,64	1877,76
	1,0	0,17	4,52	-0,67	1759,68
	1,5	0,17	2,28	-0,42	1234,11
	2,0	0,17	2,57	-0,48	1403,80
	2,5	0,17	3,52	-0,01	1959,68
120	0,5	0,17	2,42	-0,30	1316,03
	1,0	0,17	3,34	-0,44	1854,35
	1,5	0,17	2,32	-0,29	1257,51
	2,0	0,17	3,24	-0,41	1795,84
	2,5	0,17	3,47	-0,01	1930,43

3.4 Isotherm Pada Variasi Waktu Pengadukan

Hasil perhitungan *Isotherm Langmuir* dilakukan pada massa 2,5 gram.dengan ketiga variasi pengadukan.(Tabel 5, Gambar 1).

Tabel 4 Perhitungan *Isotherm Langmuir*

t-aduk (menit)	Ci	Ce	Qe	Ce/Qe	m/x	1/Ce
mg/L						
60	4,6	0,1	0,43	0,23	5,81	10,00
90	4,6	0,6	0,38	1,57	6,57	1,66
120	4,6	0,2	0,42	0,47	5,95	5,00



Gambar 1 Grafik *Isotherm Langmuir*

Gambar 1 menunjukkan bahwa koefisien determinasi (R^2) untuk model isotherm Langmuir adalah 0,9996. Adsorpsi dapat berupa adsorpsi kimia yang terjadi pada penelitian ini. Ikatan kimia antara situs aktif adsorben dan adsorbat berinteraksi menyebabkan adsorpsi kimia. Hanya dalam satu lapisan adsorpsi (*single layer adsorpsi*) pada permukaan dinding sel adsorben terjadi interaksi kimia (Purwaningsih, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dapat digunakan untuk menggambarkan bagaimana Biochar yang terbuat dari kulit kopi dapat menyerap minyak lemak. Persamaan Langmuir diperoleh. $C_e = 2,7111x - 0,0508 (C_e / (C_e / Q_e))$

4 Kesimpulan

Biochar kulit kopi sebanyak 2.5 g dengan pengadukan 60 menit memiliki efisiensi penyisihan minyak lemak terbaik (97,83%). Tetapi, biochar kulit kopi meningkatkan konsentrasi surfaktan atau terjadi pemulihan/recovery surfaktan.

5 Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Batanghari.

Daftar Pustaka

- Ahn, C.K., et al. (2008). Soil washing using various nonionic surfactants and their recovery by selective adsorption with activated carbon. *Jurnal Of Hazardous Materials*. 153–160.
- Aulia, R.R., dan Effendi, A.J. (2020). Penyisihan Merkuri (Hg) Dari Hasil Pencucian Tanah Menggunakan Adsorben GAC Terimpregnasi Fe

- Dan Ce. *Jurnal Teknik Lingkungan*, (26)(1), 37-52.
- Aman, Fakhrol. dkk. (2018). Penyerapan Limbah Cair Amonia Menggunakan Arang Aktif Ampas Kopi. *Jurnal Litbang Industri*. (8)(1), 47-52.
- Anggraini, D. A., Effendi, H., dan Krisanti, M. (2019). Uji toksisitas akut (LC50) limbah pengeboran minyak bumi terhadap *Daphnia magna*. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*. (3)(1), 272-284.
- Arrasyid, M.A. (2023). Analisis Eektivitas Metode Soil Washing Pada Tanah Tercemar Minyak Bumi Menggunakan Leaching Column. Skripsi. Universitas Batanghari. Jambi.
- Desrina, R. (2011). Reklamasi Daerah Bencana Semburan Lumpur melalui Remediasi Cuci Lahan. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*. 46 (3) : 117-123.
- Evayenri. (2007). Dampak Pencemaran Minyak Bumi Terhadap Tanaman Kelapa Sawit (Elais guineensis). *Jurnal Ilmiah Pertanian*. (4)(1), 19-25.
- Hardyanti, I.S.dkk. (2017). Pemanfaatan Silika (SIO₂) dan Bentonit Sebagai Adsorben Logam Berat FE Pada Limbah Batik. *Jurnal Sains Terapan*, (3)(2), 37-41.
- Muslimah. (2015). Dampak Pencemaran Tanah dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian*. (2)(1), 11-20.
- Redha, F., Junaidy, R., dan Hasmita, I. (2018). Penyerapan Emisi CO dan NO_x Pada Gas Buang Kendaraan Menggunakan Karbon Aktif Dari Kulit Cangkang Biji Kopi. *Jurnal Biopropal Industri*, (9)(1), 37-47.
- Reyra, A.S., dkk. (2017). Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut. *Jurnal Jom FTEKNIK*, (4)(2), 1-9.
- Riawati, L. (2015). Pencemaran Tanah. Diakses pada Tanggal 13 Agustus 2022 dari [:http://lelyria.lecture.ub.ac.id/files/2015/09/P4](http://lelyria.lecture.ub.ac.id/files/2015/09/P4)
- Syahra. (2019). Reduksi Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) Pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Melalui Soil Washing Menggunakan Alkyl Benzene Sulfonate (ABS). Skripsi. Universitas Batanghari.
- Purwaningsih, D. (2009). Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) DAN Ni(II) Pada Hibrida Etilendiamino-Silika Dari Abu Sekam Padi. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Purwatiningsih, A. dan Masykur. (2012). Ekspolari dan Eksploitasi Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Di Laut Natuna Bagian Utara Laut Yuridiksi Nasional Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Di Kepulauan Natuna. *Jurnal Reformasi*, (2)(2), 59-67.