

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Penetralisiran Limbah Cair Rumah Sakit Menggunakan Arang Aktif Dari Limbah Mebel Jati

Judul Naskah Publikasi: Penetralisiran Limbah Cair Rumah Sakit Menggunakan Arang Aktif Dari Limbah Mebel Jati

Nama Mahasiswa: Tutut Hardianto

NIM: 20140130241

Pembimbing 1: Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM.

Pembimbing 2: Dr. Ir. Sudarja, M.T.

Hal yang dimintakan persetujuan \*:

- |   |  |                                |                                |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris   | <input type="checkbox"/> .....                       | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |

\*beri tanda  di kotak yang sesuai

Tanda Tangan  
Nama Mahasiswa Tutut Hardianto

Tanggal 16-11-2019

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui

Tanda Tangan  
Dosen Pembimbing

Tanggal

Tanda Tangan  
Ketua/Sekretaris Program Studi

Tanggal 23-11-2019

Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

## **PENETRALISIRAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT MENGUNAKAN ARANG AKTIF DARI LIMBAH MEBEL JATI**

**Tutut Hardianto<sup>a</sup>, Sukanta<sup>b</sup>, Sudarja<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183  
e-mail: Tututhardianto17@gmail.com

---

Limbah cair rumah sakit merupakan semua buangan yang berbentuk cairan termasuk tinja yang banyak mengandung mikroorganisme, radioaktif, bahan kimia beracun yang berbahaya bagi lingkungan. Limbah dari sisa- sisa produksi mebel kayu jati banyak ditemukan disekitar kita yang kurang maksimal pemanfaatannya, limbah kayu dapat dijadikan bahan untuk pembuatan arang aktif. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kemampuan arang aktif berbahan kayu jati dan batu zeolit dalam penetralisir limbah cair rumah sakit yang melewati batas maksimum peraturan baku mutu air limbah serta kandungan logam berat (kadmium, krom, dan timbal). Pembuatan arang aktif dimulai dengan proses pengarangan dengan menggunakan *retort* kemudian dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia menggunakan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Aktivasi fisika dilakukan setelah aktivasi kimia dengan cara melakukan pengovenan dengan menggunakan *furnace* dengan suhu 800 °C selama dua jam. Proses adsorpsi menggunakan tiga variasi debit yaitu 0,5, 1, 1,5 L/menit dan variasi waktu pada pengambilan sampel yaitu pada menit ke 0, 5, dan 10. Pengujian hasil adsorpsi limbah cair sesuai dengan peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 tentang air limbah kegiatan rumah sakit. Hasil penelitian diperoleh limbah awal yang melebihi ambang batas yaitu COD dan BOD, yaitu COD sebesar 134,2 mg/l dimana batas maksimum 80 mg/l dan BOD sebesar 61,8 mg/l dari batas maksimum 30mg/l. Terjadi kenaikan kadar TSS yang sangat tinggi setelah melewati arang aktif yaitu dari limbah awal sebesar 9 mg/l menjadi paling tinggi 157 mg/l sedangkan batas maksimumnya 30 mg/l. Nilai kandungan logam berat sangat sedikit terjadi perubahan setelah dilakukan adsorpsi dengan batu zeolit dan arang aktif.

Kata kunci : batu zeolit, adsorpsi, aktivasi, debit

---

### **1. PENDAHULUAN**

Banyaknya rumah sakit yang dibangun di Indonesia berpengaruh terhadap meningkatnya jumlah limbah di lingkungan, limbah tersebut meliputi limbah padat, cair, gel, maupun limbah gas tidak bisa dipungkiri limbah-limbah tersebut mengandung banyak zat kimia yang beracun dan bersifat radioaktif. Limbah rumah sakit cenderung banyak mengandung zat kimia yang beracun dan berpengaruh buruk terhadap kesehatan manusia, mencemari lingkungan, mengganggu ekosistem alam jika tidak di kelola dengan baik.

Limbah rumah sakit mencemari lingkungan penduduk sekitar rumah sakit yang dapat menyebabkan masalah kesehatan, dikarenakan limbah rumah sakit menhandung banyak jasad renik penyebab penyakit bagi manusia seperti disentri, cholera, hepatitis, dan demam typhoid sehingga limbah tersebut harus diolah sesuai dengan standar pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan (BAPEDAL, 1999)

Limbah medis rumah sakit dapat dijuluki sebagai dimulainya rantai terjadinya penyakit menular, limbah sering digunakan sebagai sarang organisme penyakit serta menjadi rumah serangga dan tikus, selain itu limbah mengandung banyak zat kimia beracun, benda tajam yang dapat mengganggu kesehatan dan menciderai, partikel debu dalam limbah bias mencemari udara yang menimbulkan penyakit serta mengkontaminasi alat medis dan makanan (Fattah. Dkk, 2007)

Rumah sakit dan jajarannya mempunyai kewajiban untuk menjaga lingkungan dan kesehatan masyarakat serta mempunyai tanggung jawab atas limbah yang dihasilkan. Kewajiban tersebut diantaranya memastikan bahwa pengolahan,

penanganan, serta pembuangan limbah yang dihasilkan tidak berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Dengan menerapkan kebijakan tentang pengolahan limbah layanan kesehatan fasilitas medis dan lembaga penelitian semakin dekat dengan terwujudnya lingkungan sehat dan aman bagi karyawan maupun masyarakat (Pruss, 2005).

Rumah sakit menghasilkan bermacam – macam limbah berbahaya yang perlu mendapatkan perhatian khusus dalam pengolahannya karena akan berakibat buruk terhadap para pekerja dan juga akan berdampak kepada lingkungan (Kerubun, 2014)

Arang aktif atau disebut karbon aktif merupakan karbon dengan luas permukaan yang sangat besar, hal tersebut dapat dicapai dengan cara mengaktifkan karbon tersebut. Pengaktifan biasanya hanya bertujuan untuk memperluas permukaannya, namun beberapa usaha dilakukan untuk memperkuat adsorpsi karbon aktif tersebut. Arang aktif umumnya digunakan untuk menyaring, menetralsir, serta menyerap zat berbahaya sebelum di buang ke lingkungan. Arang aktif juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan produk farmasi seperti pasta gigi, sabun, bahkan dibuat untuk bahan baku pembuatan penawar racun dan masih banyak lagi produk yang dihasilkan.

Umumnya arang aktif dibuat dari batu bara dan biomasa yang banyak mengandung unsur karbon. Bahan arang aktif juga banyak di buat dari hasil limbah kulit kacang - kacang, sisa hasil pertanian limbah industri mebel dan lain sebagainya. Proses pembuatan arang aktif dapat di bagi menjadi dua yaitu dengan proses fisika atau kimia, baru - baru ini telah dikembangkan dengan cara menggabungkan kedua proses tersebut.

Limbah mebel pada saat ini sangat banyak ditemukan, hampir disetiap daerah terdapat industri mebel baik skala besar atau hanya sebatas produksi rumahan, dimana limbah mebel ini dinilai tidak ada nilainya sehingga banyak yang hanya membakarnya begitu saja, dari kasus tersebut maka diadakan penelitian dengan cara pemanfaatan limbah mebel kayu khususnya kayu jati untuk digunakan sebagai arang aktif atau disebut dengan karbon aktif untuk penetralisiran limbah cair rumah sakit.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Pengarangan

Limbah mebel jati dikumpulkan kemudian dijemur selanjutnya dilakukan proses pengarangan, proses pengarangan dilakukan dengan menggunakan *retort* dengan suhu 500°C selama 4 jam.

### 2.2 Pengaktifan kimia dan fisika

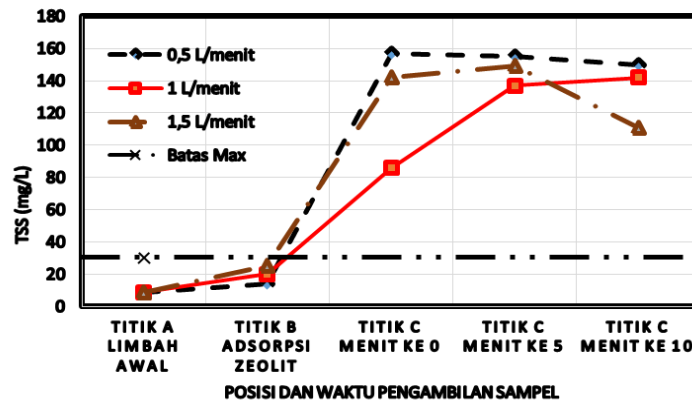
Pengaktifan kimia dilakukan dengan cara merendam arang dengan menggunakan asam sulfat yang dicampur dengan aquades dengan perbandingan 1 : 1 selama 24 jam kemudian ditiriskan dan dinetralkan dengan aquades dengan cara menyirami secara terus menerus arang tersebut, setelah itu dilakukan proses aktivasi fisika dimulai dengan proses pengovenan dengan suhu 150°C selama 48 jam, dilanjutkan dengan proses *furnace* selama 2 jam dengan suhu 800°C.

### 2.3 Pengujian Adsorpsi Limbah Cair Rumah Sakit

Proses pengujian adsorpsi dimulai dengan pengadaan limbah cair, kemudian menyiapkan alat bahan – bahan yang akan digunakan, timbang batu zeolit sebanyak 2 kg dan arang aktif 200 gram dan masukan zeolit dan arang aktif kedalam kolom yang tersedia pada alat uji adsorpsi kemudian lakukan pengaturan debit air sesuai yang diinginkan yaitu 0,5 L/m, 1 L/m, 1,5 L/m. tahap selanjutnya yaitu melakukan *treatment* limbah cair rumah sakit, pengambilan sampel dilakukan pada menit ke 0, 5, dan 10.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

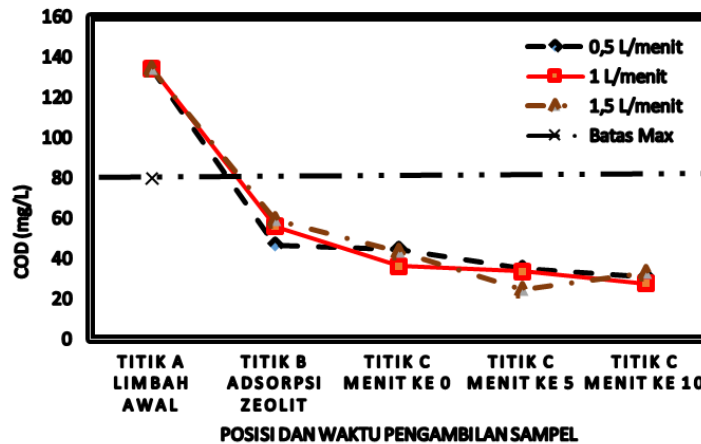
#### 3.1 Hasil Pengujian *Total suspended solid (TSS)*



Gambar 3.1 Diagram Hasil *Treatment* Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TSS

Terjadi kenaikan kadar TSS setelah di *Treatment* menggunakan zeolite maupun arang aktif. Pada limbah awal sebesar 9 mg/L naik menjadi 157 mg/L. Hal ini dikarenakan butiran – butiran zeolit dan arang aktif yang berukuran mikro terbawa oleh aliran karena debit aliran. Berdasarkan diagram diatas dapat disimpulkan bahwa tidak ada yang memenuhi standar baku mutu air limbah yang telah ditetapkan pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah sebesar 30 mg/L.

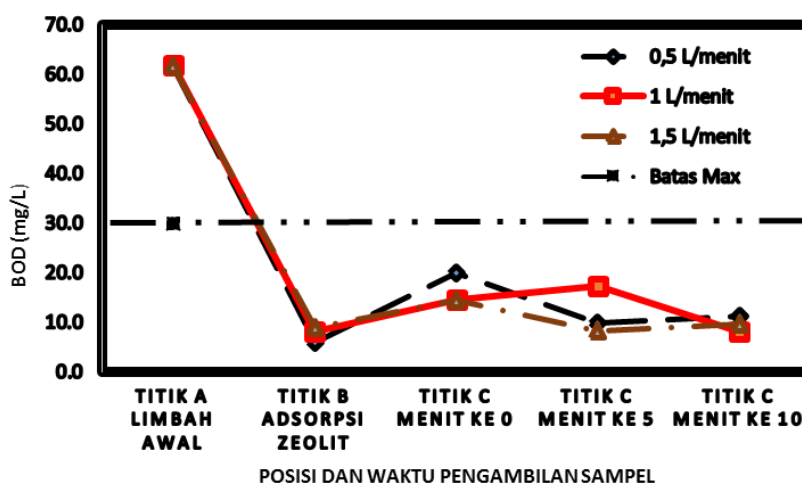
#### 3.2 Hasil Pengujian *Chemical Oxygen Demand (COD)*



Gambar 3.2 Diagram Hasil *Treatment* Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar COD

Terjadi penurunan kadar COD setelah dilakukan *treatment* menggunakan zeolit dan arang aktif yang semula sebesar 134,2 mg/L menjadi 46,5 mg/L setelah adsorpsi zeolit, selanjutnya terjadi penurunan setelah adsorpsi arang aktif. Berdasarkan diagram diatas dapat disimpulkan bahwa adsorpsi menggunakan zeolit dan arang aktif kayu jati termasuk baik digunakan untuk *Treatment* limbah cair rumah sakit untuk mengurangi kadar COD. Menurut (Wirosoedarmo dkk, 2016) penurunan COD akibat dari bahan – bahan organik sebagian telah diserap dan diikat oleh karbon aktif, sehingga jumlah bahan organik yang ada pada air limbah akan berkurang otomatis kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia berkurang.

### 3.3 Hasil Pengujian Biochemical Oxygen Demand (BOD)



Gambar 3.3 Diagram Hasil *Treatment* Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar BOD

Terjadi penurunan kadar BOD setelah dilakukan *treatment* menggunakan zeolit dari limbah awal sebesar 61,8 mg/L menjadi 6 mg/L, akan tetapi setelah adsorpsi arang aktif terjadi kenaikan kadar BOD, kenaikan kadar BOD tertinggi terjadi pada debit 0,5 dimenit ke 0 yaitu sebesar 20 mg/L. Kenaikan kadar BOD bisa disebabkan karena terbawanya zat mikro yang terdapat pada arang aktif, namun kadar BOD diatas masih dibawah batas maksimum yang ditetapkan pemerintah yaitu sebesar 30 mg/L. Suwondo dkk (2016), mengatakan bahwa nilai BOD dalam air limbah rumah sakit tinggi karena rumah sakit memproduksi semua unsur organik antara lain urin, karbohidrat, lemak, dan protein, serta kegiatan medis lainnya.

### 3.4 Analisis Kandungan Logam Berat

Tabel 3.1 Hasil *Treatment* Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Logam Berat Kadmium

NO	Debit Air Limbah	Titik A Limbah Awal	Titik B Adsorpsi Zeolit	Titik C Menit ke 0	Titik C Menit ke 5	Titik C Menit ke 10
1	0,5 L/menit	<0,0034	<0,0034	<0,0034	<0,0034	<0,0004
2	1 L/menit	<0,0034	<0,0008	<0,0034	<0,0034	<0,0034
3	1,5 L/menit	<0,0034	<0,0008	<0,0034	<0,0034	<0,0034

Tabel 3.2 Hasil *Treatment* Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Logam Berat Krom

NO	Debit Air Limbah	Titik A Limbah Awal	Titik B Adsorpsi Zeolit	Titik C Menit ke 0	Titik C Menit ke 5	Titik C Menit ke 10
1	0,5 L/menit	<0,0213	<0,0213	<0,0213	<0,0213	<0,0213
2	1 L/menit	<0,0213	<0,0083	<0,0213	<0,0213	<0,0213
3	1,5 L/menit	<0,0213	<0,0159	<0,0213	<0,0213	<0,0213

Tabel 3.3 Hasil *Treatment* Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Logam Berat Timbal

NO	Debit Air Limbah	Titik A Limbah Awal	Titik B Adsorpsi Zeolit	Titik C Menit ke 0	Titik C Menit ke 5	Titik C Menit ke 10
1	0,5 L/menit	<0,0161	<0,0161	<0,0161	<0,0161	<0,0008
2	1 L/menit	<0,0161	<0,0256	<0,0161	<0,0161	<0,0161
3	1,5 L/menit	<0,0161	<0,0776	<0,0161	<0,0161	<0,0161

Parameter logam berat tidak termasuk kedalam baku mutu air limbah rumah sakit yang ditetapkan pemerintah. Akan tetapi, pada penelitian kali ini dilakukan pengamatan terhadap perubahan kadar logam berat .

Tabel 3.4 Baku Mutu Air Limbah dengan Parameter Tambahan

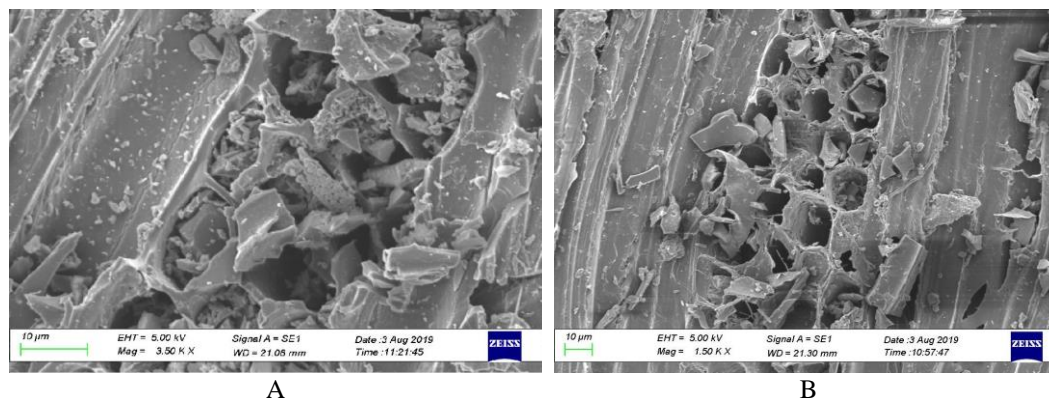
No.	Parameter	Konsentrasi Paling Tinggi	
		Nilai	Satuan
1	Kadmium (Cd)	0,05	mg/L
2	Krom (Cr)	0,5	mg/L
3	Timbal (Pb)	0,1	mg/L

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

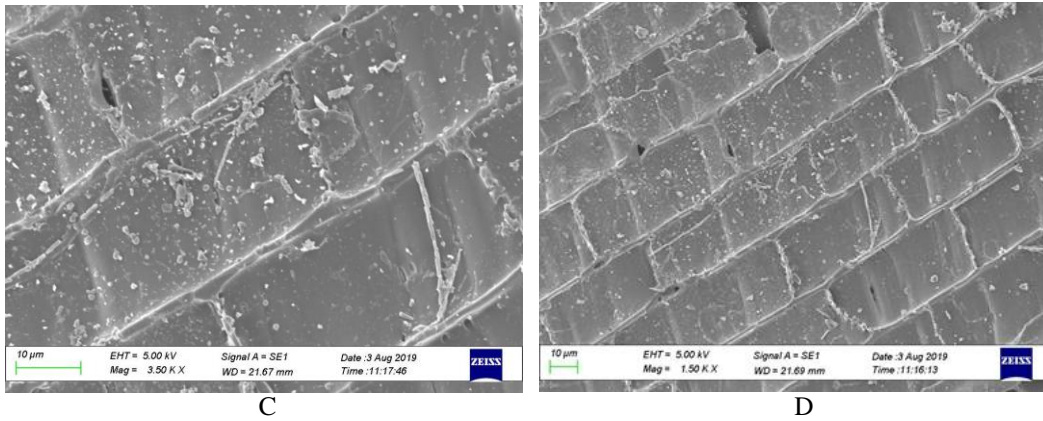
Berdasarkan hasil pengujian air limbah rumah sakit, diperoleh kadar cd <0,0034 mg/L kecuali pada debit 0,5 pada menit ke 10 yaitu sebesar <0,0004, hal ini dapat disebabkan karena lama dari waktu pengambilan sampel dengan debit yang kecil. Pb <0,016 mg/L kecuali pada debit 0,5 menit ke 10 yaitu <0,0008 dan Cr <0,0231 mg/L. Hasil pengujian tersebut masih dibawah batas maksimal yang ditentukan peraturan Menteri Lingkungan Hidup, sehingga masih aman untuk dibuang langsung ke lingkungan.

### 3.5 Analisis Permukaan Arang dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Analisis morfologi permukaan pada arang aktif kayu jati dengan SEM dilakukan pada 3 varian arang. Arang tersebut diantaranya arang kayu jati yang belum diaktivasi, setelah diaktivasi pada suhu 800°C yang dialiri gas N dan terlebih dahulu direndam pada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan arang setelah digunakan sebagai adsorben pada adsorpsi limbah cair rumah sakit. Mesin yang digunakan dalam pengambilan foto morfologi adalah SEM Zeiss EVO 10 dengan pembesaran objek 1500 dan 3500 kali. Penggunaan SEM bertujuan untuk mengetahui perbedaan permukaan antara arang sebelum diaktivasi sampai sesudah digunakan.

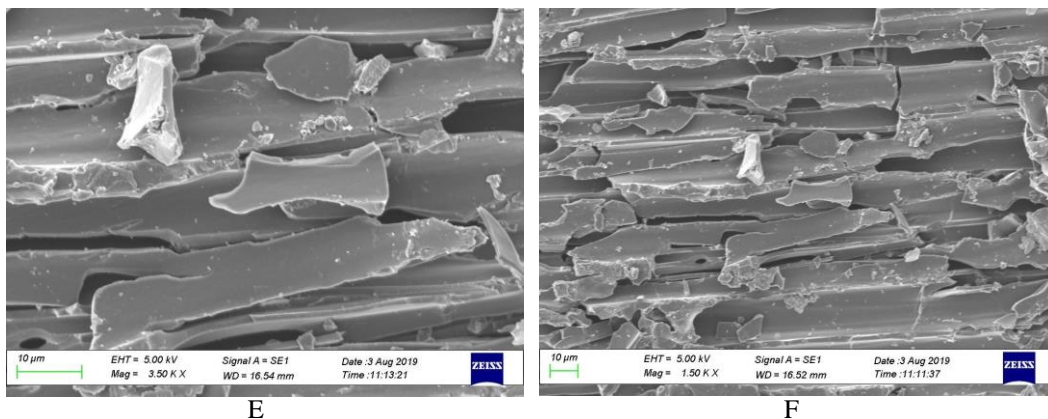


Gambar 3.4 Mikrografi SEM Arang Aktif Kayu Jati sebelum aktivasi (A) 3500 kali (B) 1500 kali



Gambar 3.5 Mikrografi SEM Arang Aktif Kayu Jati sesudah aktivasi (C) 3500 kali (D) 1500 kali

Pada gambar 3.4 foto mikrostruktur permukaan dari arang yang belum diaktivasi. Permukaan arang yang belum diaktivasi sangat sedikit terlihat pori – pori sebagai penyerap polutan yang terdapat pada limbah cair rumah sakit. Pada permukaan arang yang belum diaktivasi juga terdapat partikel – partikel hasil dari proses karbonisasi. Pada gambar 3.5 terlihat cel – cel berbentuk persegi panjang, cel – cel ini merupakan bentuk cel dari jenis kayu tersebut, hal ini bisa terjadi dikarenakan pengambilan foto atau mikrografi yang tidak tepat. Perlu diketahui bahwa alur serat dari kayu jati cenderung satu arah, jadi kemungkinan pengambilan foto SEM dilakukan dari samping atau berlawanan dari arah serat yang terbentuk. Secara umum pori –pori terbentuk mengikuti arah serat kayu tersebut. Pirolisis menyebabkan banyak bahan-bahan volatil yang menguap sehingga banyak kisi-kisi aktif (pori-pori) yang terbentuk. Semakin besar permukaan suatu karbon aktif maka kapasitas adsorpsinya akan semakin besar.



Gambar 3.6 Mikrografi SEM Arang Aktif Kayu Jati sesudah digunakan sebagai adsorben (E) 3500 kali (F) 1500 kali

Pada gambar 3.6 terlihat permukaan arang aktif setelah digunakan sebagai adsorben limbah cair rumah sakit. Terlihat permukaan arang aktif yang tadinya berbentuk cel – cel persegi panjang menjadi pecah atau hancur, hal ini disebabkan karena cel tersebut sudah tidak sanggup untuk menyerap kandungan yang terdapat pada limbah cair rumah sakit, penutup permukaan yang cel – cel dari bahan dasar yaitu limbah mebel kayu jati, selain itu juga terlihat banyak partikel – partikel yang menempel pada permukaan arang aktif.

Dari ke enam gambar mikrografi SEM dengan pembesaran 1500 dan 3500 diatas diambil dari pandangan yang berbeda sehingga tidak bisa di bandingkan antara arang yang sebelum diaktivasi, sesudah diaktivasi dan arang aktif sesudah digunakan untuk *treatment* limbah cair rumah sakit

#### 4. KESIMPULAN

1. Hasil *Treatment* penetralisir limbah cair rumah sakit yang melebihi batas kadar maksimum yang ditetapkan Perda DIY No, 7 Tahun 2016 sebelum air limbah di adsorpsi adalah : *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari hasil uji laboratorium limbah cair rumah sakit yang telah dilakukan *Treatment*, diperoleh hasil kadar COD yang menurun dari limbah awal sebesar 134,2 mg/L menjadi 24,3 mg/L pada debit 1,5 L/menit sampel diambil pada menit ke 10. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dari hasil uji laboratorium limbah cair rumah sakit yang telah dilakukan *Treatment*, diperoleh hasil kadar BOD yang menurun dari limbah awal sebesar 61,8 mg/L menjadi 8,2 mg/L pada debit 1,5 L/menit sampel diambil pada menit ke 10. Hasil *Treatment* limbah cair rumah sakit dengan menggunakan zeolit dan arang aktif berbahan kayu jati menunjukkan kadar TSS meningkat, peningkatan kadar TSS disebabkan oleh terbawanya partikel arang aktif yang berukuran mikro pada saat proses adsorpsi.
2. Hasil *treatment* limbah cair rumah sakit menggunakan zeolit dan arang aktif kayu jati sangat sedikit berpengaruh terhadap kandungan logam berat, hal ini disebabkan minimnya kandungan logam berat pada limbah cair tersebut. Selain itu, limbah cair yang digunakan bukan merupakan limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) sehingga kandungan logam berat cenderung kecil.

#### 4. DAFTAR PUSTAKA

- BAPEDAL.(1999). *Peraturan tentang Pengendalian Dampak Lingkungan*. Jakarta
- Fattah, Nurfachanti. (2007). *Studi Tentang Pelaksanaan Pengelolaan Sampah Medis Di Rumah Sakit Ibnu Sina Makasssar*. Fakultas Kedokteran Unhas: Makassar
- Kerubun, A. A. (2014). *Daerah Tulehu Wastewater Quality in Tulehu Regional Public Hospital*. 180–185.
- Pruss, E. Giroult. (2005) *Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan*. Jakarta: EGC.
- Wirosoedarmo, R., Tunggul, A., Haji, S., Hidayati, E. A., Pertanian, T., Brawijaya, U., & Veteran, J. (2016). Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Kontak Pada Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Karbon Aktif Tongkol Jagung Untuk Menurunkan BOD dan COD The Influence Of Concentration and Contact Time in Domestic Sewage Treatment Using Activated Carbon the Cob of Corn. *Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 3(2), 30–37.



