

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Limbah

4.1.1 Kondisi Awal Limbah

Limbah yang diambil adalah limbah cair rumah sakit yang sama sekali belum mengalami proses pengolahan. Limbah cair rumah sakit kemudian diuji kandungan fenol, MBAS, ammonia bebas, TSS, COD, BOD, TDS, dan pH. Selain itu, limbah cair rumah sakit juga diuji kandungan logam berat Cd, Pb, dan Cr. Hal ini dilakukan agar dapat menjadi ukuran seberapa besar penurunan kandungan setelah limbah di adsorpsi. Berikut adalah hasil pengujiannya.

Tabel 4.1 Kandungan Polutan Limbah Cair RS PKU Muhammadiyah Gamping (inlet)

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1.	Fenol	mg/L	0,0407	SNI 06-6989.21-2004	0.5
2.	MBAS	mg/L	1,3562	SNI 06-6989.51-2005	5
3.	Amonia Bebas	mg/L	0,6134	SNI 06-6989.30-2005	1
4.	TSS	mg/L	9	<i>In House Method</i>	30
5.	COD	mg/L	134,2	SNI 6989.2-2009	80
6.	BOD	mg/L	61,8	SNI 6989.72-2009	30
7.	pH	-	7,3	SNI 06-6989.11-2004	6,0-9,0
8.	TDS	mg/L	802	<i>In House Method</i>	2000
9.	Suhu	°C	28	SNI 06-6989.23-2005	38
10.	Cadmium	mg/L	<0.0034	SNI 06-6989.38-2004	0.001
11.	Krom (Cr)	mg/L	<0.0213	SNI 6989.17-2009	0.06
12.	Timbal (Pb)	mg/L	<0.0161	SNI 6989.8.2009	0.0044

Keterangan: **) Air Limbah untuk Kegiatan RSU Kelas B & C

(Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016)

Berdasarkan hasil pengujian tersebut , dapat diketahui bahwa terdapat 4 parameter yang melebihi batas maksimum yaitu COD, BOD, Cd, dan Pb.



Gambar 4.1 Limbah Cair RS PKU Muhammadiyah Gamping sebelum diolah

4.1.2 Treatment pada Limbah Cair Rumah Sakit dengan Batu Zeolit

Hasil *Treatment* limbah cair rumah sakit RS PKU Muhammadiyah Gamping ditunjukkan pada gambar 4.2. Limbah tersebut diberikan treatment dengan dialirkan melewati batu zeolit.



Gambar 4.2 Hasil *Treatment* Limbah Cair RS dengan Batu Zeolit

Tabel 4.2 Kandungan Limbah Setelah *Treatment* dengan Batu Zeolit debit 0,5 L/menit

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0215	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,0923	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH3_N	mg/L	0,2154	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	14	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	46,5	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	6	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,5	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	506	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	25,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

Tabel 4.3 Kandungan Limbah Setelah *Treatment* dengan Batu Zeolit debit 1 L/menit

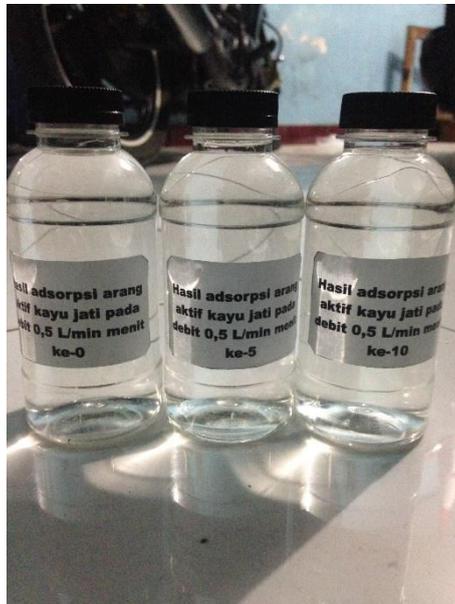
No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	0,013	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,680	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH3_N	mg/L	0,506	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	20	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	56	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	8	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,66	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	506	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	25,5	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	0,0008	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	0,0083	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	0,0256	SNI 6989.8.2009	0,0044

Tabel 4.4 Kandungan Limbah Setelah *Treatment* dengan Batu Zeolit debit 1,5 L/menit

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	0,002	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,452	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH ₃ _N	mg/L	0,557	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	25	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	59	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	9	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,56	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	507	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	25,4	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	0,0008	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	0,0159	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	0,0776	SNI 6989.8.2009	0,0044

4.1.3 Treatment pada Limbah Cair Rumah Sakit dengan Batu Zeolit dan Arang Aktif Kayu Jati

Treatment pada limbah cair rumah sakit menggunakan variasi debit aliran air limbah dan waktu pengambilan sampel. Variasi debit yang digunakan adalah 0,5 liter/menit (gambar 4.3), 1 liter/menit (gambar 4.4), dan 1,5 liter/menit (gambar 4.5). Pada setiap variasi debit terdapat 3 variasi waktu pengambilan sampel, yaitu menit ke-0, menit ke-5, dan menit ke-10. Tujuan dari variasi debit dan waktu pengambilan sampel adalah untuk mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif sebagai adsorben terhadap debit aliran dan waktu pengambilan sampel.

1. Hasil *Treatment* debit aliran 0,5 liter/menitGambar 4.3 Hasil *Treatment* debit aliran 0,5 liter/menit pada menit ke-0, 5, dan 10.Tabel 4.5 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment*
Arang Aktif Debit 0,5 l/menit pada menit ke-0

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0215	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,1474	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH ₃ _N	mg/L	0,0447	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	157	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	44,7	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	20,0	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,0	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	732	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

Tabel 4.6 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment*
Arang Aktif Debit 0,5 l/menit pada menit ke-5

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0564	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,1886	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH ₃ _N	mg/L	0,1010	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	155	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	35,0	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	9,8	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,6	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	735	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

Tabel 4.7 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment*
Arang Aktif Debit 0,5 l/menit pada menit ke-10

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0215	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,0466	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH ₃ _N	mg/L	0,2430	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	150	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	31,0	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	11,2	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,7	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	731	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0004	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0008	SNI 6989.8.2009	0,0044

1. Hasil *Treatment* debit aliran 1 liter/menit



Gambar 4.4 Hasil *Treatment* debit aliran 1 liter/menit pada menit ke-0, 5, dan 10

Tabel 4.8 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment* Arang Aktif Debit 1 l/menit pada menit ke-0

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0638	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,2524	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH ₃ _N	mg/L	0,3202	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	95	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	36,1	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	14,6	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,7	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	729	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

Tabel 4.9 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment*
Arang Aktif Debit 1 l/menit pada menit ke-5

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0241	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,2025	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH3_N	mg/L	0,1757	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	86	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	33,6	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	17,3	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,7	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	724	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

Tabel 4.10 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment*
Arang Aktif Debit 1 l/menit pada menit ke-10

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0215	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,1703	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH3_N	mg/L	0,1675	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	137	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	27,6	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	8,2	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,6	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	720	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

1. Hasil *Treatment* debit aliran 1,5 liter/menit



Gambar 4.5 Hasil *Treatment* debit aliran 1,5 liter/menit pada menit ke-0, 5, dan 10

Tabel 4.11 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment* Arang Aktif Debit 1,5 l/menit pada menit ke-0

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0215	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,0731	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH3_N	mg/L	0,1363	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	142	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	43,2	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	14,5	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,7	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	734	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

Tabel 4.12 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment*
Arang Aktif Debit 1,5 l/menit pada menit ke-5

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0352	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,1201	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH ₃ _N	mg/L	0,4187	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	111	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	32,8	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	9,5	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,7	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	728	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

Tabel 4.13 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah *Treatment*
Arang Aktif Debit 1,5 l/menit pada menit ke-10

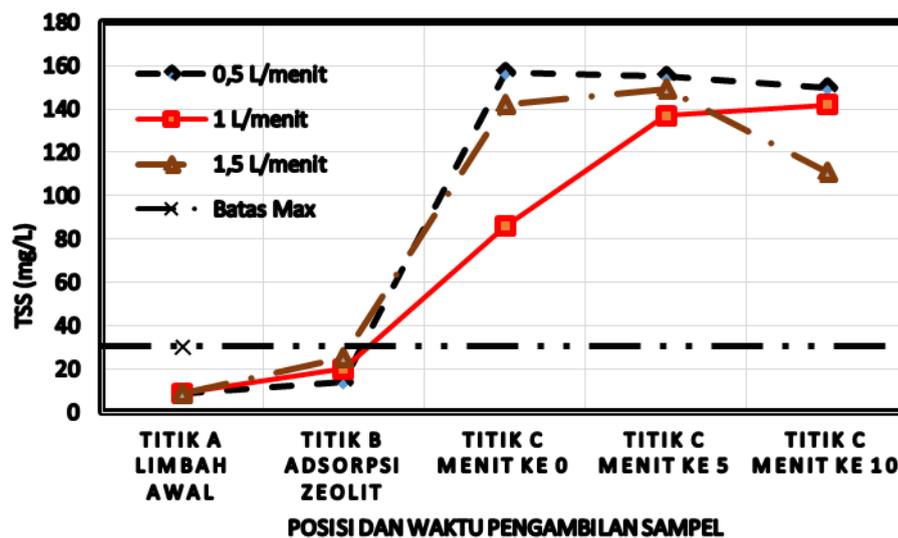
No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Fenol	mg/L	<0,0215	SNI 06-6989.21-2004	0,5
2	MBAS	mg/L	0,1135	SNI 06-6989.51-2005	5
3	NH ₃ _N	mg/L	0,3694	SNI 06-6989.30-2005	1
4	TSS	mg/L	149	<i>In House Methode</i>	30
5	COD	mg/L	24,3	SNI 6989.2-2009	80
6	BOD	mg/L	8,2	SNI 6989.72-2009	30
7	pH		7,7	SNI 06-6989.11-2004	6,0 – 9,0
8	TDS	mg/L	730	<i>In House Methode</i>	2000
9	Suhu	°C	24,1	SNI 06-6989.23-2005	38
10	Cadmium	mg/L	<0,0034	SNI 06-6989.38-2004	0,001
11	Krom	mg/L	<0,0213	SNI 6989.17-2009	0,06
12	Timbal	mg/L	<0,0161	SNI 6989.8.2009	0,0044

4.2 Analisis Hasil Treatment Limbah Cair RS Menggunakan Arang Aktif Kayu jati

Kadar fenol mulai turun setelah memalui adsorbs zeolit dengan kadar awal yaitu 0,0407 mg/L menjadi <0,0215 mg/L. Pada adsorbsi zeolite dan arang aktif terjadi fluktuatif yaitu tertinggi pada debit 1 L/min dan diambil pada menit ke 0 yaitu <0,0638 dan terendah masih sama yaitu pada angka <0,0215. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beda waktu pengambilan limbah, limbah tidak diawetkan, dan kemampuan baca alat yang hanya dapat membaca nilai minimum 0,0215 mg/L.

4.2.1 Total Suspended Solid (TSS)

Gambar 4.6 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar TSS. Mulai dari kondisi limbah awal, adsorpsi batu zeolit, dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.



Gambar 4.6 Diagram Hasil *Treatment* Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TSS

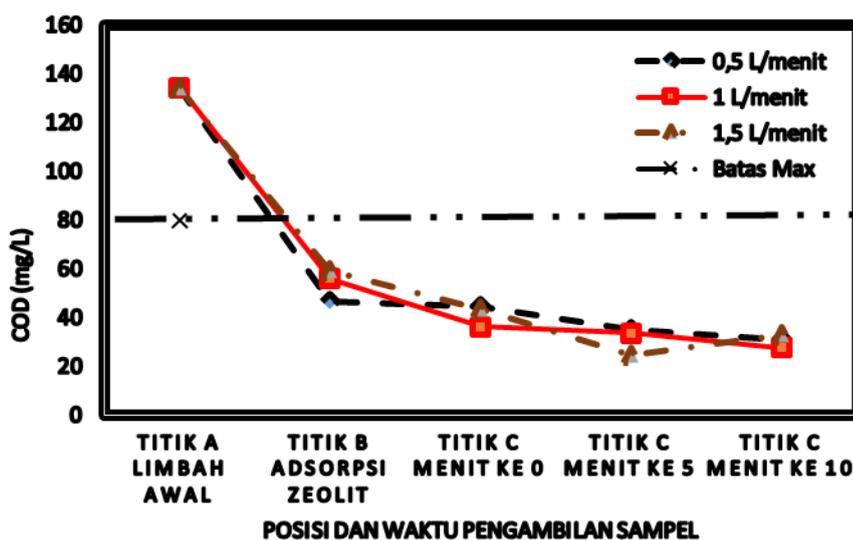
Terjadi kenaikan kadar TSS setelah di *Treatment* menggunakan zeolite maupun arang aktif . Pada limbah awal sebesar 9 mg/L naik menjadi 157

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.

4.2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Gambar 4.7 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar COD. Mulai dari kondisi limbah awal, adsorpsi batu zeolit, dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.



Gambar 4.7 Diagram Hasil *Treatment* Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar COD

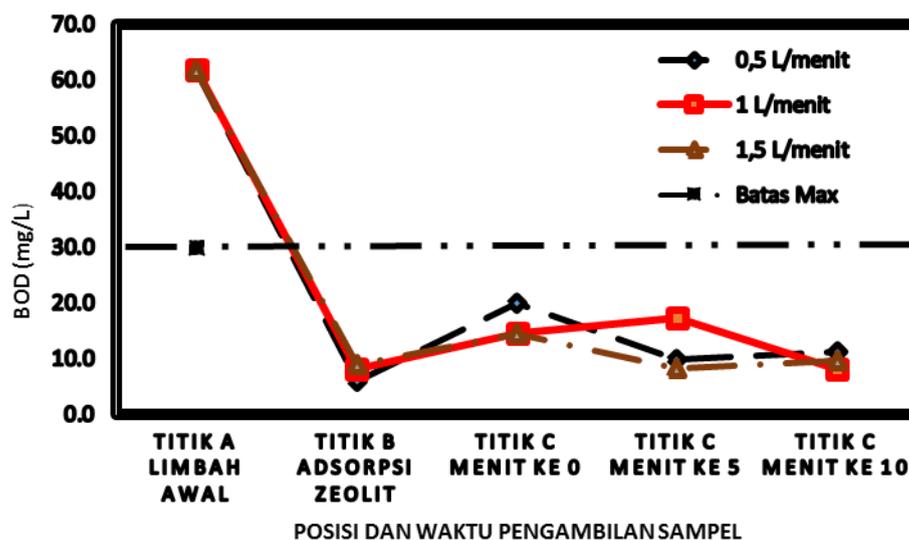
Terjadi penurunan kadar COD setelah dilakukan *treatment* menggunakan zeolit dan arang aktif yang semula sebesar 134,2 mg/L menjadi 46,5 mg/L setelah adsorpsi zeolit, selanjutnya terjadi penurunan setelah adsorpsi arang aktif.

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 (Wirosuedarmo 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.

4.2.3 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Gambar 4.8 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar BOD. Mulai dari kondisi limbah awal, adsorpsi batu zeolit, dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.



Gambar 4.8 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. 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.

4.2.4 Analisis Kandungan Logam Berat

Tabel 4.12 – 4.13 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian 3 logam berat. Mulai dari kondisi limbah awal, adsorpsi batu zeolit, dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.14 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 4.15 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 4.16 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 4.17 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

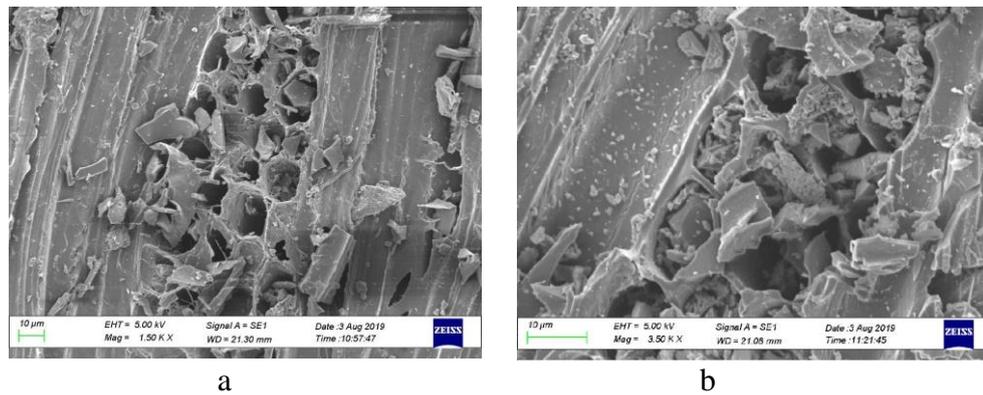
Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

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.

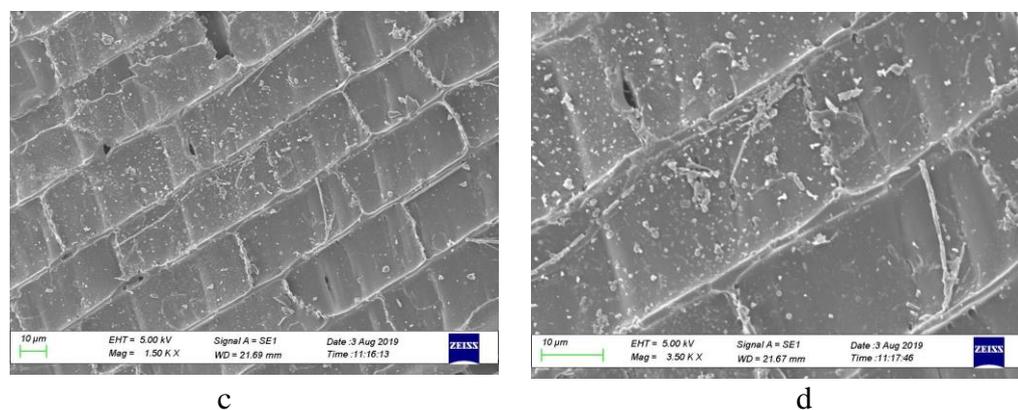
4.3 Analisis Permukaan Arang dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

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 H₂SO₄, 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.



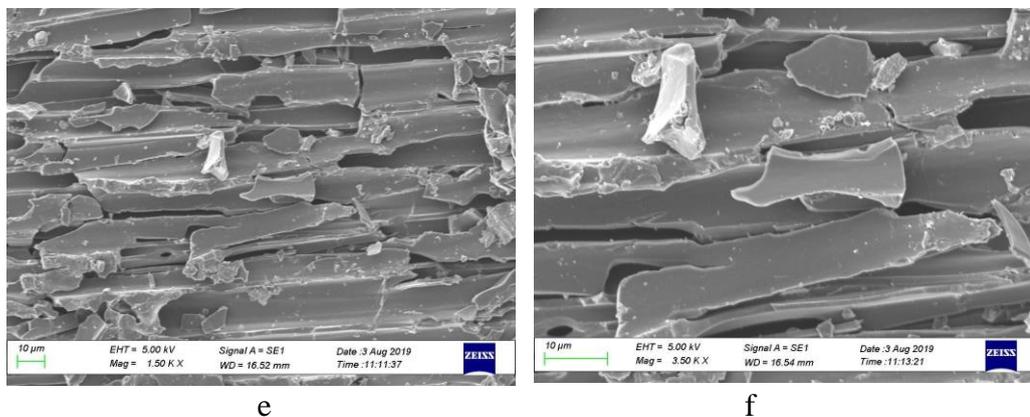
Gambar 4.9 Mikrografi SEM Arang Aktif Kayu Jati sebelum aktivasi (a) 1500 kali (b) 3500 kali



Gambar 4.10 Mikrografi SEM Arang Aktif Kayu Jati sesudah aktivasi (c) 1500 kali (d) 3500 kali

Pada gambar 4.9 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 4.10 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 4.11 Mikrografi SEM Arang Aktif Kayu Jati sesudah digunakan sebagai adsorben (e) 1500 kali (f) 3500 kali

Pada gambar 4.11 terlihat permukaan arang aktif setelah digunakan sebagai adsorben limbah cair rumah sakit. Terlihat permukaan arang aktif yang tadinya berbentuk sel – sel persegi panjang menjadi pecah atau hancur, hal ini disebabkan karena sel tersebut sudah tidak sanggup untuk menyerap kandungan yang terdapat pada limbah cair rumah sakit, penutup permukaan yang sel - sel 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 diaktifvasi, sesudah diaktifvasi dan arang aktif sesudah digunakan untuk *treatment* limbah cair rumah sakit.

