

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Limbah

4.1.1 Kondisi Awal Limbah

Limbah yang diambil merupakan limbah cair rumah sakit yang belum mengalami proses pengolahan. Limbah cair rumah sakit tersebut diuji kandungan fenol, MBAS, ammonia bebas, TSS, COD, BOD, TDS, dan pH sesuai dengan Perda DIY No. 7 Th. 2016 Pasal 7 ayat 2 yang berisi “Penetapan Baku Mutu Air Limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Daerah ini yang terdiri dari: a. Lampiran I Baku Mutu Air Limbah kegiatan industri; b. Lampiran II Baku Mutu Air Limbah kegiatan pelayanan kesehatan; dan c. Lampiran III Baku Mutu Air Limbah kegiatan jasa pariwisata. 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 diadsorpsi. 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 (NH ₃ -N) | 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 (Cd) | 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 RSUD Kelas B & C

(Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016)

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa terdapat 2 parameter yang melebihi batas maksimumnya, yaitu COD dan BOD



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 | <0,0215 | SNI 06-6989.21-2004 | 0,5 |
| 2 | MBAS | mg/L | 0,68 | 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 | <0,0034 | 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 4.4 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 | <0,0215 | SNI 06-6989.21-2004 | 0,5 |
| 2 | MBAS | mg/L | 0,45 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_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 | <0,0034 | 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 |

4.1.3 *Treatment* pada Limbah Cair Rumah Sakit dengan Batu Zeolit dan Arang Aktif Tongkol Jagung

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

1. Hasil *Treatment* debit aliran 0,5 liter/menit



Gambar 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 | 0,0406 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_N | mg/L | 0,2706 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 14 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 16,1 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 5,8 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,5 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 646 | <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 4.6 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 | <0,0215 | SNI 06-6989.21-2004 | 0,5 |
| 2 | MBAS | mg/L | 0,0744 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_N | mg/L | 0,4758 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 28 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 40,6 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 6,2 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,9 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 579 | <i>In House Methode</i> | 2000 |
| 9 | Suhu | °C | 26 | 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 | 0,0747 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH ₃ _N | mg/L | 0,4079 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 23 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 59,5 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 6,7 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,8 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 567 | <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 |

2. 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 | <0,0215 | SNI 06-6989.21-2004 | 0,5 |
| 2 | MBAS | mg/L | 0,0509 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_N | mg/L | 0,3087 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 19 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 28,7 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 4,4 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,7 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 571 | <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 4.9 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 | <0,0215 | SNI 06-6989.21-2004 | 0,5 |
| 2 | MBAS | mg/L | 0,078 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_N | mg/L | 0,4023 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 18 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 45,4 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 6,1 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,7 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 570 | <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 4.10 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 | 0,0464 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_N | mg/L | 0,3967 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 28 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 58 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 6,7 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,5 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 586 | <i>In House Methode</i> | 2000 |
| 9 | Suhu | °C | 26 | 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 |

3. 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 | 0,057 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_N | mg/L | 0,4926 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 89 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 61,3 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 7,7 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,6 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 608 | <i>In House Methode</i> | 2000 |
| 9 | Suhu | °C | 26 | 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 | <0,0215 | SNI 06-6989.21-2004 | 0,5 |
| 2 | MBAS | mg/L | 0,1252 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_N | mg/L | 0,4742 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 100 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 61,3 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 8,5 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,5 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 650 | <i>In House Methode</i> | 2000 |
| 9 | Suhu | °C | 26 | 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 | 0,0982 | SNI 06-6989.51-2005 | 5 |
| 3 | NH3_N | mg/L | 0,5123 | SNI 06-6989.30-2005 | 1 |
| 4 | TSS | mg/L | 78 | <i>In House Methode</i> | 30 |
| 5 | COD | mg/L | 50,2 | SNI 6989.2-2009 | 80 |
| 6 | BOD | mg/L | 5,9 | SNI 6989.72-2009 | 30 |
| 7 | pH | | 7,6 | SNI 06-6989.11-2004 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | TDS | mg/L | 635 | <i>In House Methode</i> | 2000 |
| 9 | Suhu | °C | 26 | 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 Tongkol Jagung

Beberapa parameter yang diuji pada limbah cair antara lain fenol, MBAS, NH3-N, TSS, COD, BOD, pH, suhu, dan tiga logam berat Cd, Cr, dan Pb. Parameter tersebut mengacu pada baku mutu air limbah yang diatur pada Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 tentang Air Limbah untuk Kegiatan Rumah Sakit Kelas B dan C. Terdapat 3 titik pengambilan sampel: titik A (limbah awal), titik B adalah (setelah adsorpsi zeolit), dan titik C (adsorpsi keseluruhan) dengan 3 waktu pengambilan sampel.

4.2.1 Fenol

Tabel 4.12 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar fenol. Mulai dari kondisi limbah awal, dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.14 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Fenol

| No. | Debit Air Limbah | Titik A Limbah Awal | Titik B Adsorpsi Limbah | Titik C Menit ke 0 | Titik C Menit ke 5 | Titik C Menit ke 10 |
|-----|------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1 | 0,5 L/min | 0,0407 | <0,0215 | <0,0215 | <0,0215 | <0,0215 |
| 2 | 1 L/min | 0,0407 | 0,013 | <0,0215 | <0,0215 | <0,0215 |
| 3 | 1,5 L/min | 0,0407 | <0,002 | <0,0215 | <0,0215 | <0,0215 |

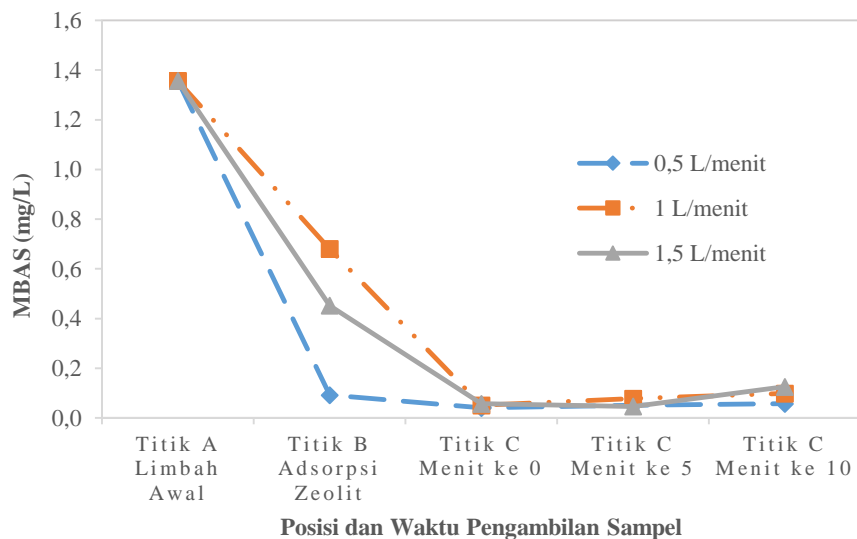
Kadar fenol mulai turun setelah adsorpsi oleh zeolit dengan kadar limbah awal sebesar 0,0407 mg/L menjadi <0,0215 mg/L. Pada adsorpsi zeolit dan berbagai variasi debit aliran tertulis <0,0215 mg/L. Angka ini masih di bawah batas maksimum yang ditentukan oleh Perda DIY No. 7 Th. 2016 Lampiran II tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit yaitu 0,5 mg/L. Hasil yang didapat disebabkan oleh rendahnya kadar fenol dan kemampuan baca alat yang hanya dapat membaca nilai minimum 0,0215 mg/L.

4.2.2 Methylene Blue Active Substance (MBAS)

Gambar 4.6 di bawah menunjukkan grafik 5 (lima) hasil pengujian kadar MBAS. Kondisi limbah awal, dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.15 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar MBAS

| 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/min | 1,356 | 0,0923 | 0,0406 | 0,0509 | 0,057 |
| 2 | 1 L/min | 1,356 | 0,68 | 0,0509 | 0,078 | 0,0982 |
| 3 | 1,5 L/min | 1,356 | 0,452 | 0,057 | 0,0464 | 0,1252 |



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

Kadar MBAS mulai turun setelah adsorpsi oleh zeolit dengan kadar limbah awal sebesar 1,356 mg/L menjadi 0,0923 mg/L. Berdasarkan angka tersebut, kadar MBAS masih memenuhi standar baku mutu air limbah yang ditetapkan Perda DIY No. 7 Th. 2016 Lampiran II tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit sebesar 5 mg/L. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang disampaikan oleh Said dkk (2005),

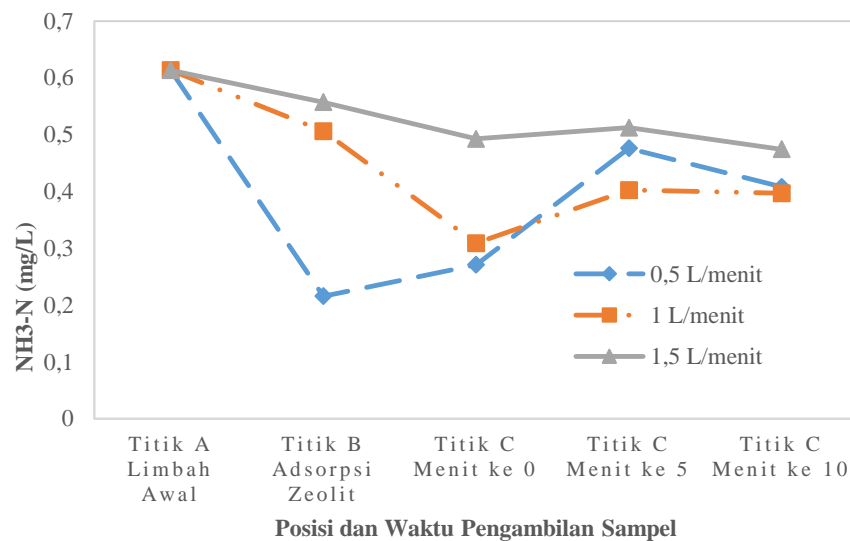
ia menyatakan bahwa kandungan deterjen pada MBAS dapat terurai walaupun deterjen termasuk dalam golongan bahan organik yang sulit terurai

4.2.3 Amonia Bebas (NH₃-N)

Gambar 4.7 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar NH₃-N. Kondisi limbah awal dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.16 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar NH₃-N

| 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/min | 0,6134 | 0,2154 | 0,2706 | 0,4758 | 0,4079 |
| 2 | 1 L/min | 0,6134 | 0,506 | 0,3087 | 0,4023 | 0,3967 |
| 3 | 1,5 L/min | 0,6134 | 0,557 | 0,4926 | 0,5123 | 0,4742 |



Gambar 4.7 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar NH₃-N

Terjadi penurunan kadar NH₃-N setelah dilakukan adsorpsi dengan zeolit. Pada limbah awal sebesar 0,6134 mg/L turun menjadi 0,2154 mg/L. Berdasarkan angka tersebut, kadar NH₃-N masih memenuhi

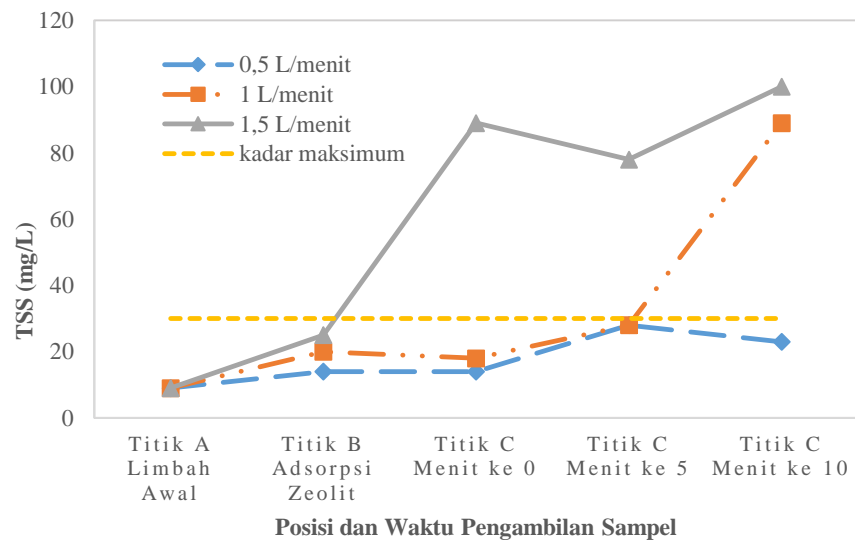
standar baku mutu air limbah yang ditetapkan Perda DIY No. 7 Th. 2016 Lampiran II tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit sebesar 1 mg/L. Setelah adsorpsi zeolit, adsorpsi menggunakan arang aktif terjadi kenaikan kadar NH₃-N pada debit 0,5 l/menit, 1 l/menit, dan 1,5 l/menit. Kenaikan tersebut dapat disebabkan oleh efisiensi adsorben (arang aktif) dalam mengadsorpsi polutan yang semakin berkurang karena pori-pori tertutup polutan pada limbah yang telah lewat sebelumnya.

4.2.4 Total Suspended Solid (TSS)

Gambar 4.8 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar TSS. Kondisi limbah awal dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.17 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TSS

| 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/min | 9 | 14 | 14 | 28 | 23 |
| 2 | 1 L/min | 9 | 20 | 18 | 28 | 89 |
| 3 | 1,5 L/min | 9 | 25 | 89 | 78 | 100 |



Gambar 4.8 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TSS

Terjadi kenaikan kadar TSS pada setiap *treatment* yang dilakukan. Pada limbah awal sebesar 9 mg/L naik menjadi 14, 20, dan 25 mg/L pada *treatment* adsorpsi zeolit. Kenaikan kadar TSS juga terjadi pada adsorpsi menggunakan arang aktif. Kenaikan ini dapat disebabkan oleh butiran-butiran arang aktif maupun batu zeolit berukuran kurang dari 2

mikro-meter yang terbawa aliran karena debit aliran yang semakin besar.

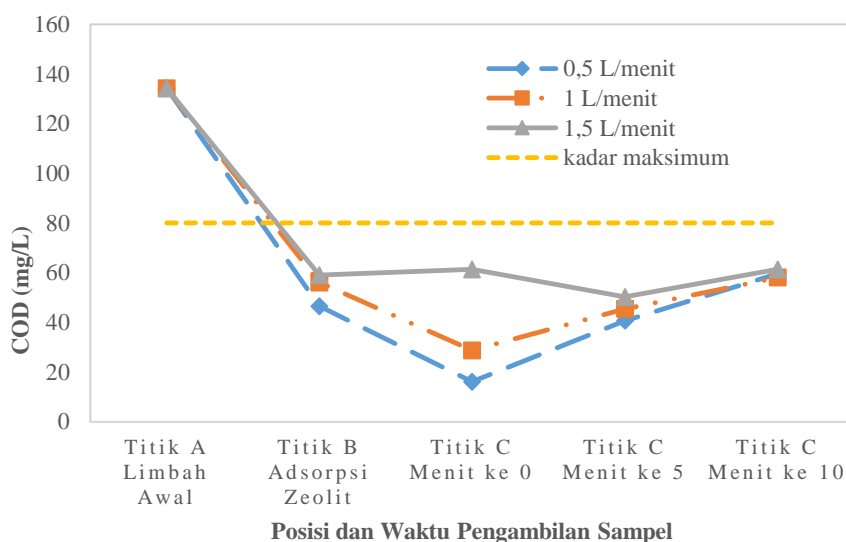
Berdasarkan diagram di atas, kadar TSS pada beberapa variasi masih memenuhi standar baku mutu air limbah yang ditetapkan Perda DIY No. 7 Th. 2016 Lampiran II tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit sebesar 30 mg/L. Namun pada debit 1,5 l/menit kadar TSS sudah melebihi batas maksimum yang ditetapkan pemerintah. Ramadhani (2017), mengatakan bahwa nilai TSS dalam limbah tidak bersifat toksis, hanya menambah nilai keruh air dan memperlambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air.

4.2.5 Chemical Oxygen Demand (COD)

Gambar 4.9 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar COD. Kondisi limbah awal dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.18 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar COD

| 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/min | 134,2 | 46,5 | 16,1 | 40,6 | 59,5 |
| 2 | 1 L/min | 134,2 | 56 | 28,7 | 45,4 | 58 |
| 3 | 1,5 L/min | 134,2 | 59 | 61,3 | 50,2 | 61,3 |



Gambar 4.9 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar COD

Kadar COD limbah awal sebelum dilakukan *treatment* yaitu sebesar 134,2 mg/L. Kadar ini masih di atas batas maksimum yang ditetapkan Perda DIY No. 7 Th. 2016 Lampiran II tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit yaitu 80 mg/L dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor : Kep-58/MENLH/12/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kesehatan rumah sakit yaitu 100 mg/L.

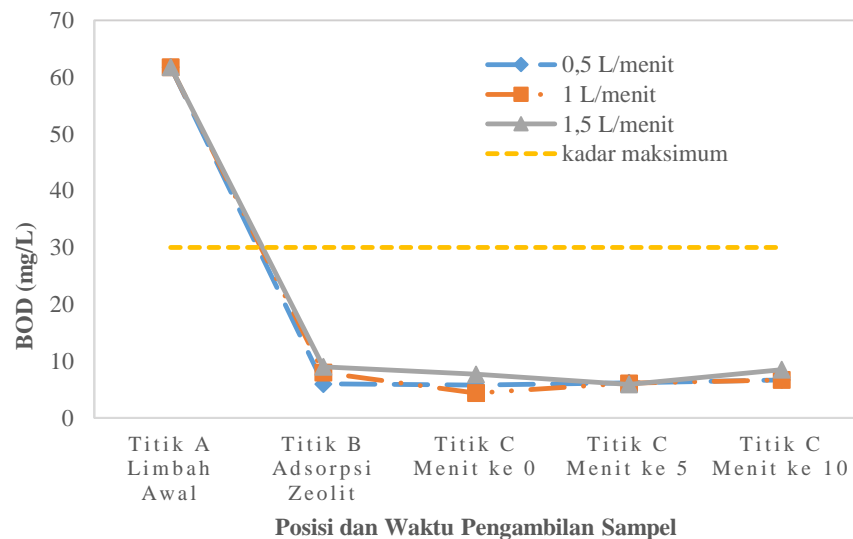
Kadar COD dilihat dari diagram di atas menunjukkan penurunan setelah *treatment* adsorpsi arang aktif pada debit 0,5 l/menit. Suwondo dkk (2016), mengatakan bahwa penurunan COD sudah berlangsung sejak air limbah berada pada bak pengendap, terjadi pengendapan partikel zat organik tersuspensi sehingga kebutuhan oksigen untuk oksidasi secara kimiawi berkurang.

4.2.6 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Gambar 4.10 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar BOD. Kondisi limbah awal dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.19 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar BOD

| 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/min | 61,8 | 6 | 5,8 | 6,2 | 6,7 |
| 2 | 1 L/min | 61,8 | 8 | 4,4 | 6,1 | 6,7 |
| 3 | 1,5 L/min | 61,8 | 9 | 7,7 | 5,9 | 8,5 |



Gambar 4.10 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar BOD

Kadar BOD limbah awal sebelum dilakukan *treatment* yaitu sebesar 61,8 mg/L. Kadar ini masih di atas batas maksimum yang ditetapkan Perda DIY No. 7 Th. 2016 Lampiran II tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit yaitu 30 mg/L. Penurunan kadar BOD terbesar terdapat pada adsorpsi arang aktif dengan debit aliran 1 l/menit pada waktu pengambilan menit ke 0. Kadar BOD dapat dijadikan

indikasi kadar zat organik pada limbah cair tersebut. Suwondo dkk (2016), mengatakan bahwa nilai BOD dalam air limbah rumah sakit tinggi dikarenakan rumah sakit memproduksi semua unsur organik antara lain urin, karbohidrat, lemak, dan protein, serta kegiatan medis lainnya.

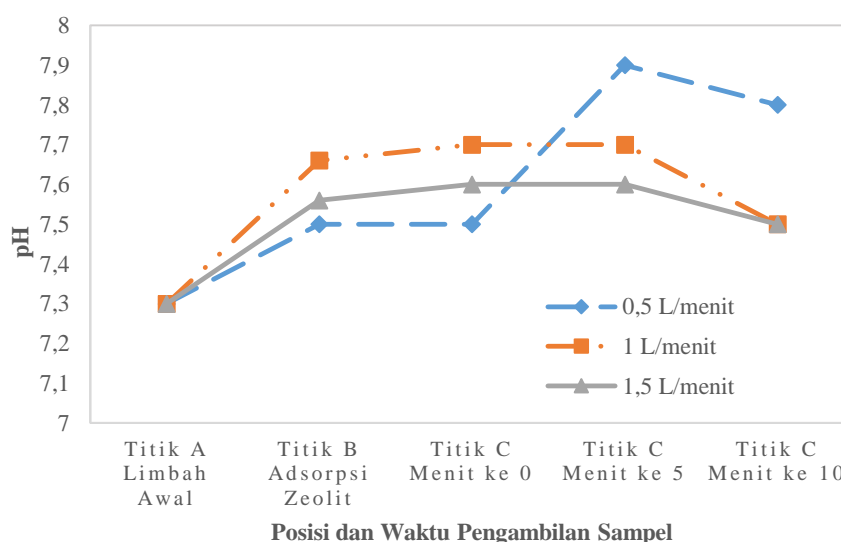
Perubahan kadar BOD mirip dengan perubahan kadar COD, karena adanya pengendapan partikel tersuspensi, penurunan dimulai dari bak pengendapan (Said dkk, 2005). Kadar BOD dapat menurun seiring dengan waktu tinggal padatan tersuspensi organik yang akan terurai secara alami oleh bakteri yang terdapat pada limbah.

4.2.7 Derajat Keasaman (pH)

Gambar 4.11 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar pH. Kondisi limbah awal dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.20 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar pH

| 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/min | 7,3 | 7,5 | 7,5 | 7,9 | 7,8 |
| 2 | 1 L/min | 7,3 | 7,66 | 7,7 | 7,7 | 7,5 |
| 3 | 1,5 L/min | 7,3 | 7,56 | 7,6 | 7,6 | 7,5 |



Gambar 4.11 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar pH

Diagram di atas menunjukkan hasil uji derajat keasaman yang berbeda di setiap *treatment*. Hasil yang diperoleh masih memenuhi kadar maksimum yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu pada kisaran angka 6,0 – 9,0. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suwondo dkk (2016), pH yang terlalu tinggi (>9) akan menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan pH yang terlalu rendah (<6) akan memicu jamur tumbuh

secara liar sehingga terjadi persaingan antara jamur dengan bakteri dalam metabolisme materi organik yang akan menyebabkan air limbah sulit terurai.

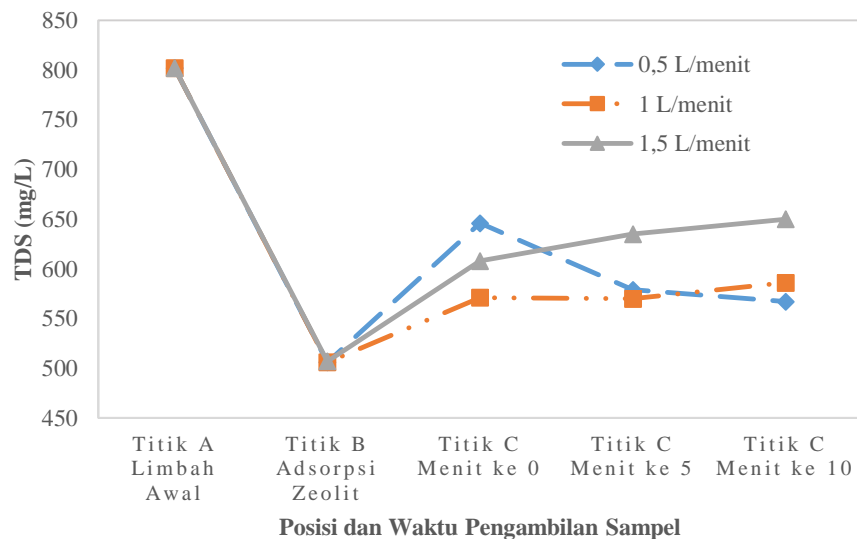
Said dkk (2005), mengatakan bahwa pada aktivitas anaerob, terutama dalam pertumbuhan bakteri, pH merupakan parameter utama dan memiliki pengaruh yang besar. Derajat Keasaman (pH) cenderung bersifat basa jika zat-zat organik yang diuraikan oleh mikroorganisme semakin sedikit, sebaliknya pH cenderung bersifat asam jika zat-zat organik yang terurai semakin banyak.

4.2.8 Total Dissolved Solvent (TDS)

Gambar 4.12 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian kadar TDS. Kondisi limbah awal dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.21 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TDS dalam mg/L

| 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/min | 802 | 506 | 646 | 579 | 567 |
| 2 | 1 L/min | 802 | 506 | 571 | 570 | 586 |
| 3 | 1,5 L/min | 802 | 507 | 608 | 635 | 650 |



Gambar 4.12 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TDS

Berdasarkan diagram di atas kadar TDS pada limbah sebelum maupun sesudah *treatment* masih berada di bawah batas maksimum yang ditentukan Perda DIY No. 7 Th. 2016 Lampiran II tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit yaitu sebesar 2000 mg/L. Terjadi penurunan kadar TDS pada *treatment* zeolit, namun terjadi kenaikan kadar TDS pada setiap *treatment* arang aktif. Kenaikan kadar TDS

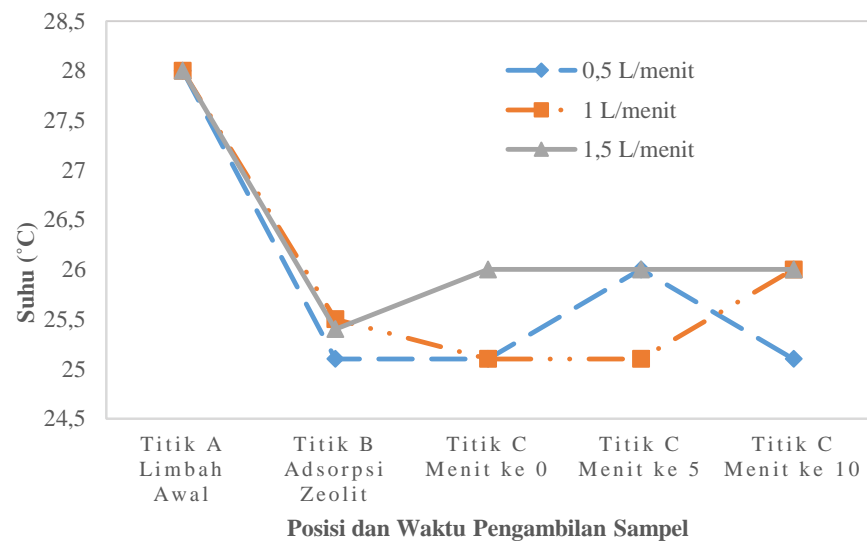
dapat disebabkan oleh kandungan mineral pada arang aktif yang ukurannya di bawah 1 nano-meter hanyut terbawa aliran air. TDS tidak bersifat toksik sama dengan TSS.

4.2.9 Suhu

Gambar 4.13 di bawah menunjukkan grafik 5 (lima) hasil pengujian suhu. Kondisi limbah awal dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.22 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Suhu dalam °C

| 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/min | 28 | 506 | 25,1 | 26 | 25,1 |
| 2 | 1 L/min | 28 | 506 | 25,1 | 25,1 | 26 |
| 3 | 1,5 L/min | 28 | 507 | 26 | 26 | 26 |



Gambar 4.13 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Suhu

Diagram di atas menunjukkan bahwa hasil uji suhu pada limbah awal sebesar 28°C. Suhu tersebut masih berada di bawah standar maksimum baku mutu air limbah yang ditetapkan pemerintah, yaitu 38°C. Hasil

treatment juga masih berada di bawah standar maksimum, yaitu berkisar 25,1°C hingga 26°C. Said dkk (2005), mengatakan bahwa suhu air limbah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan sel akan menghambat proses pengolahan oleh mikroorganisme dan mengurangi efisiensi pengolahan.

4.2.10 Analisis Kandungan Logam Berat

Tabel 4.23 – 4.25 di bawah menunjukkan 5 (lima) hasil pengujian 3 logam berat. Kondisi limbah awal dan adsorpsi arang aktif dengan berbagai variasi debit aliran.

Tabel 4.23 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/min | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 |
| 2 | 1 L/min | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 |
| 3 | 1,5 L/min | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 | <0,0034 |

Tabel 4.24 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/min | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 |
| 2 | 1 L/min | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 |
| 3 | 1,5 L/min | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 | <0,0213 |

Tabel 4.25 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/min | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 |
| 2 | 1 L/min | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 |
| 3 | 1,5 L/min | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 | <0,0161 |

Parameter logam berat tidak termasuk dalam baku mutu air limbah rumah sakit yang ditetapkan oleh pemerintah. Namun, pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap perubahan kadar logam berat.

Tabel 4.26 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 |

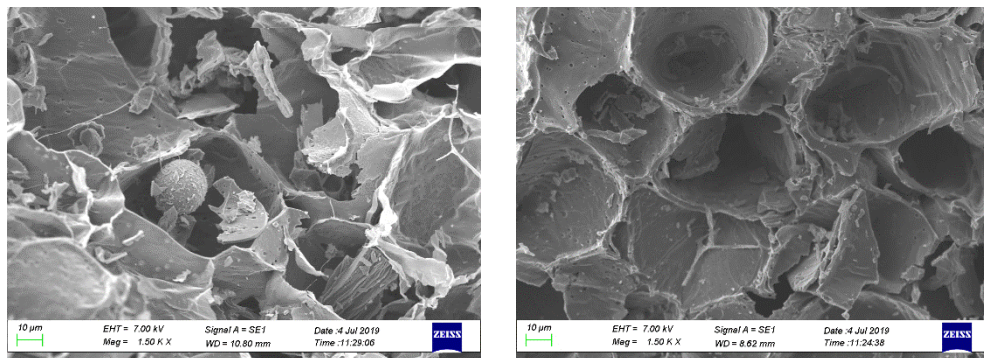
Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

Berdasarkan hasil pengujian air limbah rumah sakit, diperoleh kadar Cd <0,0034 mg/L, Cr <0,0213 mg/L, dan Pb <0,0161 mg/L. Hasil pengujian tersebut masih di bawah kadar maksimum yang ditentukan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup sehingga masih aman untuk dibuang langsung ke sungai. Parameter pada setiap variasi debit dan waktu pengambilan sampel diperoleh hasil di bawah kemampuan baca alat. Hal ini disebabkan karena kadar logam berat yang terdapat pada limbah cair rumah sakit cenderung kecil.

Pengolahan air limbah menggunakan arang aktif dengan metode aliran kontinyu sebenarnya kurang efektif, karena berat jenis logam berat cukup tinggi sehingga permukaan adsorben (arang aktif) tidak mampu menahan logam berat tersebut (Widodo, 2012). Oleh karena itu, untuk mengurangi dan atau menghilangkan kandungan logam berat dalam air limbah dengan adsorben arang aktif yang berbentuk serbuk halus akan lebih efektif dengan metode batch (pengadukan).

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

Analisis morfologi permukaan arang tongkol jagung dengan sem dilakukan pada 3 varian arang. Varian-varian arang tersebut di antaranya arang tongkol jagung sebelum diaktivasi, setelah diaktivasi pada suhu 700°C yang dialiri gas N₂ dengan peremdaman terlebih dahulu dengan H₂SO₄, dan setelah digunakan sebagai adsorben pada adsorpsi limbah cair rumah sakit. Mesin yang digunakan dalam pengambilan foto morfologi permukaan arang adalah SEM Zeiss EVO 10 dengan perbesaran objek 1500 kali. Penggunaan SEM bertujuan untuk mengetahui perbedaan bentuk permukaan pada tiap-tiap varian arang.



(a)

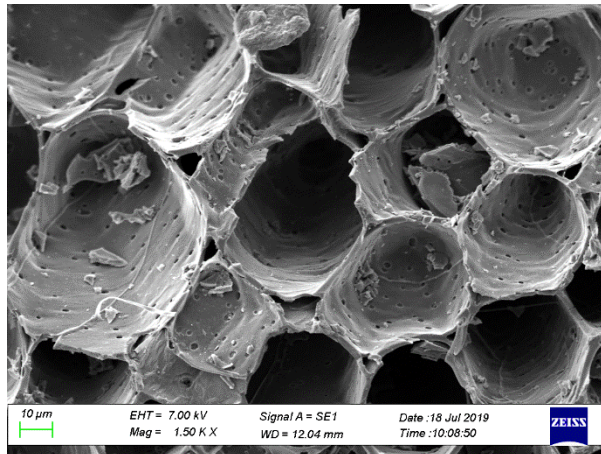
(b)

Gambar 4.14 Mikrograf SEM Arang Tongkol Jagung sebelum aktivasi (a) tanpa aktivasi; (b) setelah aktivasi

Pada Gambar 4.14 (a) dan (b) terlihat adanya perubahan dari struktur permukaan arang. Pada arang tanpa aktivasi terlihat permukaannya tertutup oleh tar, hidrogen, dan senyawa organik lain yang terdiri dari air, sulfur, nitrogen, dan abu (Sudrajat dan Soleh, dalam Verayana dkk, 2018). Berdasarkan Gambar 4.14 (a) permukaan arang terlihat sangat kotor, sedangkan pada Gambar 4.14 (b) terlihat permukaan arang terlihat jauh lebih bersih.

Yuningsih dkk (2016) dalam penelitiannya arang tanpa aktivasi dengan arang yang diaktivasi oleh KOH terlihat adanya perubahan dari struktur pori arang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa aktivasi pada arang

dapat membentuk dan menambah besaran pori. Pori-pori pada permukaan arang akan berpengaruh terhadap kemampuan arang sebagai adsorben, yaitu untuk mengadsorp suatu adsorbat (Hasan dkk, 2014 dalam Veryana dkk, 2018). Yuningsih dkk (2016) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa aktivasi arang dapat melepaskan volatile dan tar dari arang.



Gambar 4.15 Mikrograf SEM Arang Aktif Tongkol Jagung setelah digunakan sebagai Adsorben

Pada Gambar 4.15 arang aktif tongkol jagung yang telah digunakan sebagai adsorben untuk adsorpsi limbah cair rumah sakit terlihat pori-porinya terisi oleh kotoran yang dibawa oleh limbah cair rumah sakit. Jika dibandingkan dengan arang aktif setelah aktivasi pada Gambar 4.14 (b) arang aktif yang telah digunakan ini terlihat lebih kotor. Dengan demikian, hal ini sesuai dengan pernyataan Bird (1993), yang dalam penelitiannya, ia menyatakan bahwa adsorben memiliki gaya tarik molekul lebih kuat dari adsorbat secara alami sehingga pori-pori akan terisi oleh adsorbat yang tertarik oleh arang.

Dari hasil uji laboratorium terjadi perubahan kadar fenol setelah *treatment* oleh zeolit hingga $<0,0215$ mg/L . Hasil uji logam Cd $< 0,0034$ mg/L, Cr $<0,0213$ mg/L, dan Pb $<0,0161$ mg/L. Hasil menunjukkan adanya tanda “<” dapat disebabkan kemampuan baca alat yang terbatas. Terdapat hasil terbaik dengan variasi debit dan waktu pengambilan sampel yang sama. Hal tersebut terdapat pada parameter MBAS, NH₃-N, TSS, dan COD pada

debit 0,5 L/menit dan waktu pengambilan sampel menit ke-0. Dengan kadar MBAS 0,0406 mg/L, NH₃-N N 0,2706 mg/L, TSS 14 mg/L, dan COD 16,1 mg/L. *Treatment* kadar BOD terbaik terdapat pada variasi debit 1 L/menit dan waktu pengambilan sampel menit ke-0 yaitu 4,4 mg/L. Kadar TDS dengan *treatment* terbaik terdapat pada variasi debit 0,5 L/menit dan waktu pengambilan sampel pada menit ke-10 dengan kadar yaitu 567 mg/L. Dari hasil uji laboratorium diperoleh semua hasil *treatment* yang sama baik pada parameter derajat keasaman (pH) dan suhu karena masih berada di atas batas minimum dan di bawah batas maksimum yang ditetapkan pemerintah.

