



**PERBEDAAN ZEOLIT ALAM TAK TERAKTIVASI DAN  
TERAKTIVASI SEBAGAI ADSORBEN DALAM  
MENURUNKAN KADAR AMONIAK (NH<sub>3</sub>)  
PADA LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT  
UMUM DAERAH UNGARAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

**UNNES**  
Oleh  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Jati Reza Hermawan  
NIM. 6411411243

**JURUSAN ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2015**

Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat

Fakultas Ilmu Keolahragaan

Universitas Negeri Semarang

Desember 2015

## ABSTRAK

Jati Reza Hermawan

### **Perbedaan Zeolit Alam Tak Teraktivasi Dan Teraktivasi Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Amoniak (NH<sub>3</sub>) Pada Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran**

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, dan penyerap bahan berbahaya salah satunya amoniak (NH<sub>3</sub>). Proses aktivasi zeolit alam dilakukan dengan cara merendam serbuk zeolit di dalam larutan asam sulfat, disaring, dicuci dan dioven pada suhu 225<sup>0</sup>C.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara penggunaan zeolit alam tak teraktivasi dan teraktivasi sebagai adsorben dalam menurunkan kadar amoniak (NH<sub>3</sub>) pada limbah cair rumah sakit umum daerah Ungaran. Jenis penelitian ini adalah *quasi eksperimen* dengan rancangan penelitian *pretest-posttest with control group*. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 54 sampel air limbah yang terdiri dari 27 kelompok *pretest* dan 27 kelompok *posttest* yang diperoleh dengan metode *grab sampling*.

Hasil penelitian ini menunjukkan  $p = 0,965$  ( $p > 0,05$ ), yang berarti bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna penurunan kadar amoniak (NH<sub>3</sub>) pada limbah cair rumah sakit antara perlakuan zeolit tak teraktivasi dan zeolit teraktivasi sebagai adsorben.

**Kata Kunci** : Amoniak (NH<sub>3</sub>), Zeolit alam, Aktivasi.

Department of Public Health Sciences

Faculty of Sport Science

Semarang State University

December 2015

## ABSTRACT

Jati Reza Hermawan

### **Differences Not Activated Zeolite and Activated As Adsorbent In Lowering Ammonia (NH<sub>3</sub>) In Liquid Waste District General Hospital Ungaran**

Zeolite is a mineral composed of hydrated crystalline aluminosilicate containing an alkaline earth cations that can be used as molecular filters, ion exchangers, and absorbing harmful ingredients one of which ammonia (NH<sub>3</sub>). Natural zeolite activation process is done by immersing the zeolite powder in a solution of sulfuric acid, filtered, washed and oven at a temperature of 225<sup>0</sup>C.

The purpose of this study was to determine whether there are differences between the use of natural zeolite was activated and terkativasi as adsorbent in the lower levels of ammonia (NH<sub>3</sub>) in the liquid waste district general hospitals Ungaran. This research is a quasi experimental study with pretest-posttest design with control group. The number of samples in this study were 54 samples of wastewater consists of 27 group 27 group pretest and posttest were obtained by grab sampling method.

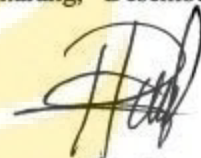
These results indicate  $p = 0.965$  ( $p > 0.05$ ), which means that there is no significant difference decreased levels of ammonia (NH<sub>3</sub>) in hospital wastewater between treatments was activated zeolite and activated zeolite as an adsorbent.

**Keyword :** Ammonia (NH<sub>3</sub>), Natural Zeolites, Activated.

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penelitian manapun yang belum atau tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam daftar pustaka.

Semarang, Desember 2015



Penulis



**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## PENGESAHAN

Telah dipertahankan di hadapan panitia sidang ujian skripsi Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, skripsi atas nama Jati Reza Hermawan, NIM : 6411411243, dengan judul "Perbedaan Zeolit Alam Tak Teraktivasi dan Teraktivasi Sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kadar Amoniak (NH<sub>3</sub>) pada Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran"


Pada hari : Kamis

Tanggal : 7 Januari 2016

Panitia Ujian

  
Ketua Panitia  
Prof. Dr. Pandiyo Rahayu, M.Pd.  
NIP. 196103201984032001

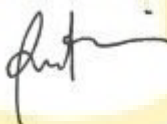
Sekretaris,

  
Sofwan Indarjo, S.KM., M.Kes  
NIP. 197607192008121002

Dewan Penguji

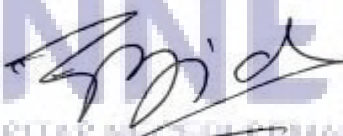
Tanggal Persetujuan

Ketua Penguji

  
1. Rudatin Windraswara, S.T, M.Sc  
NIP. 19820811 200812 2 003


22/1 2016

Anggota Penguji

  
2. Evi Widowati, S.KM, M.Kes  
NIP. 19830206 200812 2 003

25/1 2016

Anggota Penguji

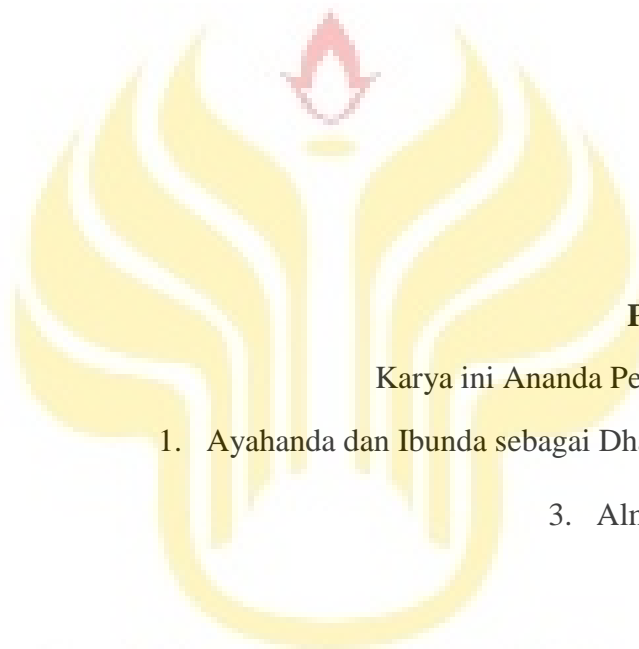
  
3. Arum Siwiendrayanti, S.KM, M.Kes  
NIP. 19800909 200501 2 002

29/1 - 2016.

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO :**

Lebih baik menjaga mulut anda tetap tertutup dan membiarkan orang lain menganggap anda bodoh, daripada membuka mulut anda dan menegaskan semua anggapan mereka (Mark Twain).



### **PERSEMBAHAN :**

Karya ini Ananda Persembahkan untuk :

1. Ayahanda dan Ibunda sebagai Dharma Bakti Ananda.
2. Adik tercinta.
3. Almamaterku UNNES.

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi yang berjudul “Perbedaan Zeolit Alam Tak Teraktivasi Dan Teraktivasi Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Amoniak (NH<sub>3</sub>) Pada Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran Tahun 2016”, disusun untuk melengkapi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat di Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang.

Skripsi ini dapat terselesaikan dengan bantuan berbagai pihak, dengan rendah hati disampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang tahun 2016, Ibu Prof. Dr. Tandiyono Rahayu, M.Pd, atas surat penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.
2. Ketua Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Bapak Irwan Budiono., S.KM., M.Kes (Epid)., atas ijin penelitian.
3. Pembimbing Skripsi, Ibu Arum Siwiendrayanti., S.KM., M.kes., atas bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian skripsi.
4. Direktur Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran, Bapak dr. Setya Pinardi, M.Kes, atas ijin penelitian.
5. KaSie Sanitasi Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran, Bapak Bambang Purwantoro, S.Kep, NS, atas ijin penelitian.

6. Ayahanda Amat Ikhsan dan Ibunda Rodhi Rosidah, atas do'a, cinta, ketulusan, dorongan dan motivasinya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Sahabat Erlinda, Gilang, Nina, Agung, Evanda dan almh. Elvina atas motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
8. Teman satu peminatan dan teman diskusi Mila, Novia, Hayvani, April atas motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang terlibat, atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal baik dari semua pihak mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT. Disadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan karya selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Semarang, Desember 2015.

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Penulis



# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	6
1.3. TUJUAN PENELITIAN.....	6
1.4. MANFAAT HASIL PENELITIAN.....	7
1.4.1. Bagi Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran .....	7
1.4.2. Bagi Masyarakat.....	7
1.4.3. Bagi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat .....	7
1.4.4. Bagi Peneliti .....	7
1.5. KEASLIAN PENELITIAN .....	8
1.6. RUANG LINGKUP PENELITIAN .....	11
1.6.1. Ruang Lingkup Tempat.....	11
1.6.2. Ruang Lingkup Waktu .....	11
1.6.3. Ruang Lingkup Materi .....	11
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>12</b>
2.1. LANDASAN TEORI.....	12
2.1.1. Rumah Sakit .....	12

2.1.2. Limbah Cair Rumah Sakit.....	13
2.1.3. Amoniak (NH <sub>3</sub> ) .....	30
2.1.4. Zeolit.....	32
2.2. KERANGKA TEORI .....	38
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>39</b>
3.1. KERANGKA KONSEP.....	39
3.2. VARIABEL PENELITIAN.....	40
3.2.1. Variabel Bebas.....	40
3.2.2. Variabel Terikat.....	40
3.2.3. Variabel Pengganggu.....	40
3.3. HIPOTESIS PENELITIAN .....	41
3.4. DEFINISI OPERASIONAL DAN SKALA PENGUKURAN VARIABEL .....	42
3.5. JENIS DAN RANCANGAN PENELITIAN.....	42
3.6. POPULASI DAN SAMPEL PENELITIAN.....	44
3.6.1. Populasi Penelitian .....	44
3.6.2. Sampel Penelitian .....	44
3.6.3. Teknik Pengambilan Sampel.....	45
3.7. INSTRUMEN PENELITIAN.....	46
3.7.1. Zeolit.....	46
3.7.2. Media Kontak Zeolit.....	47
3.7.1. Uji Laboratorium .....	48
3.8. PROSEDUR PENELITIAN .....	50
3.8.1. Tahap Pra Penelitian.....	50
3.8.2. Tahap Penelitian .....	50

3.8.3. Tahap Pasca Penelitian .....	51
3.9. TEKNIK PENGAMBILAN DATA .....	52
3.9.1. Uji Laboratorium .....	52
3.10. TEKNIK ANALISIS DATA .....	53
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>55</b>
4.1. GAMBARAN LOKASI PENELITIAN .....	55
4.2. HASIL PENELITIAN .....	56
4.2.1. Hasil Pengujian Kualitas Air Limbah di Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran pada Survei Awal .....	56
4.2.2. Hasil Pengujian Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Tanpa Perlakuan Zeolit..	57
4.2.3. Hasil Pengujian Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Zeolit Tak Teraktivasi ...	59
4.2.4. Hasil Pengujian Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Zeolit Teraktivasi.....	60
4.3. UJI NORMALITAS DATA .....	62
4.3.1. Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Tanpa Perlakuan Zeolit .....	62
4.3.2. Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Zeolit Tak Teraktivasi.....	63
4.3.3. Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Zeolit Teraktivasi .....	63
4.4. UJI BEDA.....	64
4.4.1. Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) sebelum dan sesudah Perlakuan Tanpa Zeolit.....	64
4.4.2. Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) sebelum dan sesudah Perlakuan Zeolit Tak Teraktivasi .....	65
4.4.3. Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) sebelum dan sesudah Perlakuan Zeolit Teraktivasi .....	65
4.4.4. Uji Beda Penurunan Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Setelah Melalui Lama Kontak 30 menit dengan 3 Perlakuan.....	66
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>	<b>68</b>

5.1.	Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran.....	68
5.2.	Perbedaan Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Limbah Cair Rumah Sakit Sebelum Dan Sesudah Perlakuan Kontrol Tanpa Zeolit.....	70
5.3.	Perbedaan Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Limbah Cair Rumah Sakit Sebelum Dan Sesudah Perlakuan Zeolit Tak Teraktivasi.....	72
5.4.	Perbedaan Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Limbah Cair Rumah Sakit Sebelum Dan Sesudah Perlakuan Zeolit Teraktivasi .....	74
5.5.	Perbedaan Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Limbah Cair Rumah Sakit Antara Perlakuan Kontrol Tanpa Zeolit dan Zeolit Tak Teraktivasi .....	76
5.6.	Perbedaan Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Limbah Cair Rumah Sakit Antara Perlakuan Kontrol Tanpa Zeolit dan Zeolit Teraktivasi .....	77
5.7.	Perbedaan Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> ) Limbah Cair Rumah Sakit Antara Perlakuan Zeolit Tak Teraktivasi dan Zeolit Teraktivasi .....	77
5.8.	Kelemahan Penelitian .....	79
<b>BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>83</b>
6.1.	SIMPULAN .....	83
6.2.	SARAN.....	83
6.2.1.	Untuk Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran.....	84
6.2.2.	Kepada Penelitian Lanjutan.....	84
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>85</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian ini.....	8
1.2 Perbandingan keaslian penelitian.....	9
2.1 Sifat limbah cair dari sumber asalnya .....	15
2.2 Kegiatan pengolahan air limbah beserta tujuannya .....	23
2.3 Bak mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit.....	30
3.1 Pengontrolan variabel pengganggu.....	40
3.2 Definisi operasional dan skala pengukuran variabel.....	42
4.1 Kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada survei awal .....	56
4.2 Hasil pengujian kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) tanpa perlakuan zeolit <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .....	56
4.3 Prosentase perbedaan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) tanpa perlakuan zeolit	57
4.4 Uji kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit tak teraktivasi <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> ..	58
4.5 Prosentase perbedaan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit tak teraktivasi ....	58
4.6 Uji kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit teraktivasi <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .....	59
4.7 Prosentase perbedaan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit teraktivasi .....	60
4.8 Rata-rata kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) .....	61
4.9 Uji normalitas kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) tanpa perlakuan zeolit.....	61
4.10 Uji normalitas kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit tak teraktivasi.....	62
4.11 Uji normalitas kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit teraktivasi.....	63
4.12 Uji beda kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) tanpa perlakuan zeolit .....	63
4.13 Uji beda kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit tak teraktivasi .....	64

4.14 Uji beda kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit teraktivasi .....	65
4.15 Uji beda penurunan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dengan 3 perlakuan .....	66
4.16 Uji beda penurunan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) antar perlakuan .....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Zeolit Alam .....	33
2.2 Kerangka Teori.....	38
3.1 Kerangka Konsep .....	39
3.2 Rancangan <i>pretest-posttest with control group</i> .....	43
3.3 Media atau Bak Kontak Zeolit .....	47



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1: Surat Tugas Pembimbing .....	90
Lampiran 2: <i>Ethical Clearance</i> .....	91
Lampiran 3: Surat Ijin Penelitian dari Fakultas .....	92
Lampiran 4: Surat Ijin Penelitian dari Kesbangpolinmas .....	93
Lampiran 5: Surat Ijin Penelitian dari RSUD Ungaran .....	94
Lampiran 6: Alur Kerja Media Zeolit .....	95
Lampiran 7: Alur Prosedur Penelitian.....	96
Lampiran 8: Data Studi Pendahuluan .....	97
Lampiran 9: Data Hasil Penelitian .....	98
Lampiran 10: Hasil Analisis Data .....	125
Lampiran 11: Dokumentasi.....	134





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG MASALAH**

Rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat. Serta pada hakekatnya rumah sakit berfungsi sebagai tempat penyembuhan penyakit dan pemulihan kesehatan dan fungsi dimaksud memiliki makna tanggung jawab yang seyogyanya merupakan tanggung jawab pemerintah dalam meningkatkan taraf kesejahteraan masyarakat (UU No.44, 2009).

Dalam melakukan fungsinya, rumah sakit menimbulkan berbagai buangan, dan sebagian daripadanya merupakan limbah berbahaya yang dapat bersifat padat, cair, ataupun gas. Karenanya pengelolaan limbah rumah sakit harus dilakukan sesuai dengan jenis limbah (Juli Soemirat, 2002). Limbah yang dihasilkan rumah sakit tentunya bukan jenis limbah yang umum ada dalam masyarakat maupun industri. Namun limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit lebih kompleks dan dapat merupakan perpaduan antara limbah industri, rumah tangga dan limbah infeksius. Limbah rumah sakit dengan karakteristik hampir sama dengan limbah rumah tangga tersebut dapat dikategorikan sebagai limbah yang mengandung berbagai bahan organik yang salah satunya mengandung amoniak (Munawir Amansyah dkk., 2012).

Dipandang sebagai suatu hal yang harus diupayakan secara optimal untuk meniadakan atau mengurangi dampak negatif sekecil mungkin yang ditimbulkan dari kegiatan pengolahan air limbah, Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran milik pemerintah daerah Kabupaten Semarang yang lulus akreditasi penuh tingkat lanjut dan ditetapkan sebagai Rumah Sakit Kelas C pada tanggal 29 Maret 2010 berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1152/Menkes/SK/XII/1993 telah mengoperasikan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan kapasitas 80 m<sup>3</sup>/hari. Jenis limbah yang dihasilkan sebagian besar termasuk dalam kategori limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya) yang bersumber dari ruang laboratorium, ruang radiologi, ruang bedah, ruang pencucian atau *laundry* maupun ruang bersalin yang menghasilkan limbah berupa buangan darah dari proses persalinan (Penyehatan Lingkungan RSUD Ungaran, 2009).

Berdasarkan data hasil pemeriksaan air limbah Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran tahun 2014, dimana pengambilan sampel pemeriksaan air limbah dilakukan pada saluran *outlet* sebelum air limbah dibuang ke badan air. Parameter yang diperiksa antara lain: suhu, pH, TSS, COD, BOD, amoniak (NH<sub>3</sub>) dan fosfat (PO<sub>4</sub>). Hasil pemeriksaan amoniak (NH<sub>3</sub>) menjadi satu-satunya parameter pemeriksaan yang masih melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dimana pada bulan Februari, Maret dan Juni 2014 sebesar 20,2 mg/L, 1,72 mg/L dan 0,15 mg/L sebagaimana telah diatur dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit, maka kadar maksimum amoniak (NH<sub>3</sub>) bebas yang

diperbolehkan sebesar 0,1 mg/L agar tidak mencemari badan air ketika dibuang ke lingkungan (PP Jawa Tengah No.5, 2012).

Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida ( $\text{NH}_4^+$ ) (Badrus Zaman, 2006). Amoniak pada limbah cair rumah sakit berasal dari proses perombakan asam-asam amino oleh berbagai jenis bakteri aerob dan anaerob. Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja, juga dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis (Alaerts dan Santika, 1984).

Limbah cair yang mengandung amoniak sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Pemaparan dalam jangka pendek apabila terhirup akan menimbulkan mual, muntah, nyeri pada dada, sakit kepala, kerusakan paru, luka bakar apabila terkontak dengan kulit dan dapat mengakibatkan kebutaan serta glaukoma apabila terjadi kontak dengan mata (SIKerNas, 2012).

Menurut Banon (2008), secara alami amoniak dapat terbentuk dari hasil peruraian protein pada pembusukan limbah sehingga di tempat-tempat penampungan limbah timbul bau yang tidak sedap dari amoniak. Oleh karena itu, perlu dicari cara-cara pencegahan atau pengurangan pencemaran lingkungan oleh amoniak, agar dampak negatif pencemaran amoniak dapat dihindarkan. Salah satu ide/pemikiran untuk mengurangi pencemaran amoniak adalah dengan memanfaatkan sifat daya serap yang tinggi dari bahan zeolit, yang telah sering dipakai sebagai bahan adsorben untuk beberapa zat berbahaya.

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator. Zeolit alam yang diperoleh dari proses penyiapan telah dapat digunakan untuk berbagai keperluan diantaranya penyerap gas dan cairan. Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang lebih tinggi diperlukan perlakuan aktivasi baik secara kimia maupun fisika melalui beberapa tahapan proses dan biaya yang lebih. Proses aktivasi zeolit dilakukan dengan pemanasan maupun menggunakan larutan asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) atau basa ( $\text{NaOH}$ ), dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan (Mursi Sutarti, 1994: 1-3).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh M. Pranjoto Utomo, dkk (2010) yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan daya adsorpsi nitrogen pada urin dengan penggunaan zeolit. Pada zeolit tak teraktivasi memberikan daya adsorpsi 0,007809%/gram zeolit, sedangkan pada zeolit teraktivasi  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  masing masing adalah 0,00604%; 0,00664%; dan 0,00917% /gram zeolit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya adsorpsi zeolit terhadap nitrogen akan semakin meningkat dengan adanya perlakuan aktivasi.

Berdasarkan hasil penelitian Banon (2008) proses aktivasi zeolit alam dilakukan dengan metode pertukaran kation. Metode ini dilakukan dengan cara merendam serbuk zeolit alam di dalam larutan amonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) 250 ml dan variasi konsentrasi 2M, 1M dan 0,01M, disaring, dicuci dan dipanaskan di dalam oven pada suhu antara  $450^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Didapatkan hasil bahwa zeolit

alam yang diaktivasi dengan larutan amonium nitrat berkonsentrasi rendah dan panaskan pada suhu  $450^{\circ}\text{C}$  dengan rasio perlakuan 2 gram/20 ml larutan amoniak memiliki daya serap paling tinggi terhadap amoniak ( $\text{NH}_3$ ) sebesar 13,5mg/g sehingga dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap amoniak dalam air, melalui mekanisme reaksi pertukaran kation.

Penelitian Simparmin Br Ginting (2009) menjelaskan, aktivasi zeolit juga dapat dilakukan dengan mencampur zeolit alam dan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,2 N dengan rasio 7,5 gr zeolit/100 ml larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  selama 40 menit sambil diaduk. Zeolit dipisahkan menggunakan kertas saring dan dicuci dengan aquades. Selanjutnya zeolit dikeringkan di dalam oven pada suhu  $225^{\circ}\text{C}$  selama 120 menit dan kemudian didinginkan di dalam desikator, untuk selanjutnya disimpan di dalam *container*-nya sebelum digunakan. Pada penelitian ini yang bertujuan untuk menganalisis pertukaran ion ammonium pada zeolit menerapkan rasio perlakuan sebanyak 5 gr zeolit dengan larutan amonium sebanyak 2000 ml.

Berdasarkan latar belakang di atas, dari data hasil pengolahan air limbah Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) bebas yang dihasilkan masih tinggi, zeolit alam yang memiliki sifat daya serap tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan adsorben amoniak ( $\text{NH}_3$ ), maka peneliti berminat untuk mengadakan penelitian yang berjudul “Perbedaan Zeolit Alam Tak Teraktivasi Dan Teraktivasi Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) Pada Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran”.

## 1.2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah diatas, dapat disusun rumusan permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah, "Apakah terdapat perbedaan antara penggunaan zeolit alam tak teraktivasi dan teraktivasi sebagai adsorben dalam menurunkan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada limbah cair Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran ?".

## 1.3. TUJUAN PENELITIAN

- 1) Untuk mengetahui perbedaan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) kontrol tanpa zeolit antara sebelum dan sesudah perlakuan pada limbah cair rumah sakit.
- 2) Untuk mengetahui perbedaan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit tak teraktivasi antara sebelum dan sesudah perlakuan pada limbah cair rumah sakit.
- 3) Untuk mengetahui perbedaan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) zeolit teraktivasi antara sebelum dan sesudah perlakuan pada limbah cair rumah sakit.
- 4) Untuk mengetahui perbedaan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) antara perlakuan kontrol tanpa zeolit dan zeolit tak teraktivasi pada limbah cair rumah sakit.
- 5) Untuk mengetahui perbedaan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) antara perlakuan kontrol tanpa zeolit dan zeolit teraktivasi pada limbah cair rumah sakit.
- 6) Untuk mengetahui perbedaan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) antara perlakuan zeolit tak teraktivasi dan zeolit teraktivasi pada limbah cair rumah sakit.

## **1.4 MANFAAT HASIL PENELITIAN**

### **1.4.1. Bagi Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran**

Memberikan informasi dan sebagai bahan masukan kepada pihak rumah sakit dalam mengurangi pencemaran air yang disebabkan oleh kadar amoniak yang masih tinggi dari hasil pengolahan limbah cair di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran.

### **1.4.2. Bagi Masyarakat**

Memberikan masukan dan informasi kepada masyarakat dalam mengurangi pencemaran air yang disebabkan oleh hasil pengolahan air limbah Rumah Sakit Umum daerah Ungaran Kabupaten Semarang.

### **1.4.3. Bagi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah bahan pustaka dan dijadikan bahan masukan bagi peneliti selanjutnya. Serta sebagai wacana keilmuan dalam penerapan teori dengan praktik senyatanya.

### **1.4.4. Bagi Peneliti**

Meningkatkan wawasan keilmuan dalam penerapan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh selama kuliah dengan permasalahan nyata yang ada di lapangan sebagai kontribusi keilmuan kepada masyarakat.

## 1.5 KEASLIAN PENELITIAN

**Tabel 1.1 Penelitian-penelitian yang Relevan dengan penelitian ini**

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Rancangan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Analisis Kinetika Pertukaran Ion NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> dan H <sup>+</sup> pada Zeolit Alam Lampung dengan <i>Shrinking Core Model</i>	Simparmin Br Ginting Tahun 2009	Eksperimen	Variabel Bebas: Zeolit alam suhu reaksi (30, 40 dan 50°C), kecepatan putaran pengaduk (700, 800 dan 900 rpm). dan waktu reaksi (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 dan 60 menit). Variabel Terikat: Pertukaran Ion Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> dan Ion H <sup>+</sup> dengan <i>Shrinking Core Model</i>	Suhu reaksi dan kecepatan putaran pengaduk berpengaruh terhadap laju reaksi pertukaran ion NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> dan H <sup>+</sup> pada zeolit alam Lampung. Suhu reaksi dan kecepatan putaran pengaduk berpengaruh terhadap nilai konstanta laju reaksi, koefisien transfer massa dan difusivitas efektif. <i>Shrinking core model</i> baik digunakan untuk menjelaskan fenomena pertukaran ion NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> dan H <sup>+</sup> pada zeolit alam Lampung dengan kisaran kesalahan rata-rata sebesar 1,15 % - 3,71 %.
2.	Pemerangkapan Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) dari Urine dengan Zeolit pada Berbagai Variasi Konsentrasi Urine	La Ode Sumarlin Tahun 2010	Eksperimen	Variabel bebas: Zeolit alam berukuran 10 mesh Variabel terikat: Kadar ammonium pada Urine dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.	Analisis NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> dalam filtrate hasil impregnasi zeolit menggunakan spektrofotometer UV/Vis adalah Z <sub>0</sub> (urine awal) berkisar 72,513 mg/L, Z <sub>1</sub> (60,951 mg/L), Z <sub>2</sub> (62,191 mg/L), Z <sub>3</sub> (69,072 mg/L), Z <sub>4</sub> (51,243 mg/L) dan Z <sub>5</sub> (58,750 mg/L). Maka didapat kapasitas adsorpsi terbesar adalah pada konsentrasi Z <sub>4</sub> yaitu berkisar 21,270 mg/L.



No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Rancangan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Adsorpsi Amoniak oleh Adsorben Zeolit Alam yang Diaktivasi dengan Larutan Amonium Nitrat	Charles Banon Tahun 2008	Eksperimen	Variabel Bebas: Zeolit alam yang diaktivasi menggunakan larutan amonium nitrat dengan konsentrasi 2M, 1M, dan 0,01M Variabel Terikat: Kadar amoniak	Konsentrasi larutan pengaktif (amonium nitrat) 0,01M, ukuran partikel 250 µm dan suhu kalsinasi 500°C merupakan kondisi optimal untuk membuat adsorben zeolit alam aktif menggunakan amonium nitrat dengan hasil daya serap terhadap NH <sub>3</sub> sebesar 67,1 mg/gram.

**Tabel 1.2 Perbandingan Keaslian Penelitian**

No.	Perbedaan	Nama Peneliti			
		Simparkin Br Ginting	La Ode Sumarlin	Charles Banon	Jati Reza Hermawan
1.	Media yang digunakan	Zeolit Teraktivasi	Zeolit Teraktivasi	Zeolit Teraktivasi	Zeolit Teraktivasi dan Tak Teraktivasi
2.	Objek penelitian	Pertukaran Ion Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> dan Ion H <sup>+</sup> pada larutan ammonium	Kadar Ammonium pada larutan urine	Kadar amoniak larutan ammonium hidroksida	Kadar amoniak limbah cair rumah sakit
3.	Jumlah sampel	2000 ml	50 ml sampel urine	20 ml tiap perlakuan	30.000 ml tiap perlakuan
4.	Jenis larutan aktivator zeolit	Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	-	Amonium Nitrat (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
5.	Suhu dan waktu pemanasan	225 °C selama 120 menit	120 °C selama 120 menit	120 °C selama 24 jam	225 °C selama 120 menit

6.	Waktu perlakuan	5 – 60 menit	120 menit	60 menit	30 menit
7.	Dosis perlakuan	5 gr/2000 ml	10 gr/50 ml urine	2 gr/20 ml	5 gr/2000 ml
8.	Prinsip kerja	Pertukaran Ion	Adsorpsi	Adsorpsi	Adsorpsi

Beberapa hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu:

1. Penelitian mengenai perbedaan zeolit alam tak teraktivasi dan teraktivasi sebagai adsorben dalam menurunkan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada limbah cair Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran belum pernah dilakukan.
2. Variabel yang berbeda dengan ketiga penelitian terdahulu adalah pada variabel bebas yaitu pemakaian larutan tunggal sebagai objek penelitian penelitian. Sedangkan limbah cair rumah sakit memiliki karakteristik yang berbeda karena bukan hanya terdapat kadar amoniak melainkan memiliki banyak susunan zat organik maupun anorganik lainnya.
3. Variabel yang sama dengan ketiga penelitian terdahulu adalah pada penggunaan zeolit dengan perlakuan aktivasi secara kimia maupun fisika kecuali pada penelitian dari La Ode Sumarlin hanya menerapkan perlakuan aktivasi secara fisika yaitu dengan melakukan pemanasan zeolit pada suhu  $120^{\circ}\text{C}$  selama 120 menit.

## **1.6. RUANG LINGKUP PENELITIAN**

### **1.6.1. Ruang Lingkup Tempat**

Penelitian ini akan dilakukan di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran Kabupaten Semarang.

### **1.6.2. Ruang Lingkup Waktu**

Penelitian ini dimulai pada bulan September sampai Oktober 2015.

### **1.6.3. Ruang Lingkup Materi**

Ruang lingkup materi yang dikaji termasuk lingkup ilmu kesehatan masyarakat khususnya bidang Kesehatan Lingkungan yang meneliti tentang perbedaan zeolit alam tak teraktivasi dan teraktivasi sebagai adsorben terhadap penurunan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada limbah cair Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran Kabupaten Semarang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. LANDASAN TEORI**

##### **2.1.1. Rumah Sakit**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomer 986/Menkes/XI/1992 tentang Persyaratan Kesehatan Rumah Sakit Bab 1 Ketentuan Umum Pasal 1 ayat 1 dinyatakan sebagai berikut: "Rumah Sakit adalah sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan serta dapat berfungsi sebagai tempat pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian".

Rumah Sakit mempunyai tugas menyelenggarakan pelayanan kesehatan melalui upaya penyembuhan penderita dan upaya pemulihan keadaan gangguan kesehatan badan, jiwa dan ditunjang oleh upaya peningkatan pencegahan gangguan kesehatan. Rumah Sakit yang dikelola oleh administrator akan mempunyai tugas utama yaitu menyelenggarakan pelayanan kepada masyarakat baik di dalam maupun di luar rumah sakit, untuk melaksanakan tugas ini perlu dikembangkan secara *komprehensif* meliputi upaya preventif dan kuratif.

##### **2.1.1.1. Fungsi Rumah Sakit**

Fungsi rumah sakit adalah pengobatan/perawatan, pendidikan dan penelitian. Di samping rumah sakit sebagai sarana pelayanan umum, rumah sakit juga menghasilkan limbah cair yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, baik lingkungan rumah sakit sendiri maupun lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu dalam penyelenggaraan rumah sakit yang bertujuan menciptakan

kondisi lingkungan rumah sakit agar memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan (Permenkes RI, 1992:159).

#### **2.1.1.2. Klasifikasi Rumah Sakit**

Klasifikasi rumah sakit umum pemerintah daerah dibagi menjadi 4 kelas yaitu:

1. Kelas A, mempunyai fasilitas dan kemampuan pelayanan medis spesialisik luas dan sub spesialisik luas.
2. Kelas B II, mempunyai fasilitas dan kemampuan pelayanan medis spesialisik luas dan sub spesialisik terbatas.
3. Kelas B I, mempunyai fasilitas dan kemampuan pelayanan medis spesialisik sekurang – kurangnya 2 spesialisik.
4. Kelas C, mempunyai fasilitas dan kemampuan pelayanan medis spesialisik sekurang – kurangnya 4 dasar lengkap.
5. Kelas D, mempunyai fasilitas dan kemampuan sekurang – kurangnya pelayanan medis dasar (Peraturan Pemerintah RI, 1990:20).

#### **2.1.2. Limbah Cair Rumah Sakit**

Rumah Sakit merupakan penghasil limbah klinis, berbagai jenis limbah yang dihasilkan di rumah sakit dan unit-unit pelayanan medis, bisa membahayakan dan menimbulkan gangguan kesehatan, bagi pengunjung dan terutama petugas yang berhubungan langsung dengan penanganan limbah.

Limbah cair merupakan air yang tidak bersih dan mengandung berbagai zat bersifat membahayakan kehidupan manusia maupun hewan dan lazimnya muncul karena hasil perbuatan manusia (Hartiningsih, 1992).

Menurut Keputusan Dirjen PPM dan PLP Departemen Kesehatan Republik Indonesia No: H.K.00.06.6.44, limbah cair rumah sakit merupakan bahan yang tidak berguna atau terbuang. Sedangkan menurut Menteri Lingkungan Hidup tahun 1995, limbah cair rumah sakit merupakan semua bahan buangan yang berbentuk cair berasal dari rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun dan radioaktif.

Limbah rumah sakit berasal dari seluruh kegiatan rumah sakit diantaranya dari kegiatan laundry, dapur, ruang laboratorium, ruang perawatan baik rawat jalan maupun rawat inap, ruang operasi, dan lain – lain. Karena rumah sakit merupakan tempat pengumpulan berbagai macam penyakit menular ataupun penyakit tidak menular serta rumah sakit selalu dihuni, dikunjungi dan digunakan oleh berbagai pejamu yang rentan sehingga dimungkinkan limbah cair rumah sakit kaya akan berbahaya bahan organik maupun anorganik (Permenkes RI, 1992).

#### **2.1.2.1. Sumber Limbah Cair Rumah Sakit**

Jumlah kebutuhan air bersih untuk rumah sakit tergantung kepada jumlah pengguna jasa, *Bed Occupation Rate (BOR)* dan fungsi serta banyaknya pelayanan yang terdapat di rumah sakit, makin banyak pelayanan di rumah sakit tersebut makin besar jumlah kebutuhan air yang pada akhirnya berpengaruh terhadap volume limbah cair yang dihasilkan. Secara umum perkiraan tersebut antara 500 – 900 liter air per tempat tidur per hari (Metcalf & Eddy, 1991).

Sumber limbah cair rumah sakit bervariasi, sesuai dengan jenis dan kelas rumah sakitnya. Volume buangan limbah cair pada masing-masing rumah sakit berbeda tergantung dari jumlah pasien dan rata-rata pemakaian air. Sumber

limbah cair di rumah sakit berasal dari kamar mandi/WC, urinoir, wastafel yang berada di ruang rawat inap, laundry, laboratorium, dapur, kamar jenazah, rawat darurat, rawat jalan. Limbah tersebut dapat berupa sisa darah, urine, tinja, sisa obat, sisa bahan kimia/radiologi, serta air bekas cucian. Macam jumlah dan kadar zat pencemar yang dihasilkan dari setiap sumber tersebut bervariasi tergantung kegiatan ataupun aktivitas dari bahan yang digunakan (Wiganto, 2002).

Umumnya limbah yang berasal dari laboratorium, dapur, laundry mempunyai karakteristik khusus, sehingga dalam pengelolaannya dilakukan secara khusus pula. Dilihat dari sumber limbah cair rumah sakit, maka limbah cair tersebut memiliki komposisi ataupun unsur yang lebih rumit dibandingkan dengan limbah cair domestic maupun limbah cair industri. Sifat limbah cair rumah sakit dari sumber asalnya sesuai dengan tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat limbah cair dari sumber asalnya (Depkes RI, 1993)

No	Sifat limbah cair	Sumber limbah cair
1	Berwarna	Rawat jalan, rawat inap, UGD, ICU, persalinan, bedah dan laboratorium (darah, desinfektan, reagen, sisa spesimen)
2	Berbau	Rawat jalan, rawat inap, ruang bedah dan laboratorium (darah, desinfektan, reagen, tinja)
3	Korosif	Rawat jalan, rawat inap, laboratorium (berbagai macam desinfektan, reagen, larutan asam basa)
4	Temperatur Tinggi	Ketel uap, sterilisasi, mesin cuci, alat masak, laundry, dapur
5	Iritatif	Sterilisasi, fog desinfektan, uap aseton, larutan bersifat asam.
6	Toksik	Desinfektan, pemberatasan serangga, pembasmi

		tikus
7	Infeksius	Hampir semua sumber limbah rumah sakit dapat bersifat infeksius yang berasal dari penderita rawat inap (salmonella, staphillococcus, virus hepatitis dan lain-lain)
8	Kumulatif Karsinogenik	Logam-logam berat yang terlarut dalam air limbah yang berasal dari ruang radiologi
9	Organik	Hampir semua sumber limbah rumah sakit menghasilkan unsur-unsur organik terutama dari dapur (lemak, karbohidrat, protein), kamar jenazah (darah, organ tubuh terlarut), laboratorium klinis

Sumber: Metcalf and Eddy (1991)

#### 2.1.2.2. Karakteristik Air Limbah

Secara umum limbah cair rumah sakit dari segi kesehatan masyarakat dan untuk kepentingan pengolahan limbah dapat dilihat dari karakteristik kebutuhan oksigen secara kimiawi yaitu Biological Oxygen Demand (BOD). Chemical Oxygen Demand (COD), Total Padatan Tersuspensi, derajat keasaman air limbah (pH), Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dan Phospat ( $\text{PO}_4$ ). Ukuran, fungsi dan kegiatan rumah sakit mempengaruhi kondisi limbah cair yang dihasilkan. Secara umum limbah cair rumah sakit mengandung buangan pasien, bahan autopsi, limbah laundry, limbah laboratorium, berbagai macam bahan kima, baik toksik maupun non toksik dan lain-lain.

Untuk mengetahui lebih luas mengenai limbah cair, maka perlu kiranya diketahui juga mengenai kandungan yang ada serta karakteristik maupun sifat yang ada dalam air limbah. (Sugiharto, 1987: 19-41) mengatakan, bahwa air



limbah mempunyai sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian besar diantaranya sifat fisik, sifat kimia, dan sifat biologis.

Karakteristik limbah cair rumah sakit dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu:

#### 1. Sifat Fisik

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik penting yang paling mudah dilihat antara lain adalah (Pramudya Sunu, 2001 : 112-114) :

##### a. Warna

Air normal tidak berwarna, sehingga tampak bersih, bening dan jernih. Bila kondisi air warnanya berubah maka hal tersebut merupakan salah satu indikasi bahwa air telah tercemar. Akan tetapi, tidak semua air yang bening dan jernih dapat dipastikan tidak tercemar, karena banyak zat-zat beracun tidak mengakibatkan perubahan warna.

Warna air pada dasarnya dibedakan menjadi warna sejati (*true color*) yang disebabkan oleh bahan-bahan terlarut, dan warna semu (*apparent color*), yang selain disebabkan oleh adanya bahan-bahan terlarut juga karena adanya bahan-bahan tersuspensi, seperti yang bersifat koloid.

##### b. Bau

Timbulnya bau pada air limbah disebabkan dari hasil *degradasi* oleh mikroba yang hidup dalam air. Mikroba yang hidup di dalam air akan mengubah bahan buangan organik, terutama gugus protein, secara degradasi menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau.

c. Kekeruhan

Kekeruhan pada air limbah biasanya disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat organik seperti karbohidrat, protein, dan lemak maupun padatan tersuspensi yang bersifat anorganik.

d. Suhu

Suhu air limbah biasanya lebih tinggi dari suhu air bersih karena adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat menurunkan jumlah oksigen terlarut di dalam air serta terjadinya peningkatan kecepatan reaksi kimia.

2. Sifat Kimia

Kandungan bahan kimia yang ada di dalam air limbah dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap. Adapun bahan kimia yang penting yang ada di dalam air limbah pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Sugiharto, 1987: 21):

a. Bahan Organik

Air limbah dengan pengotoran yang sedang, maka sekitar 75% dari benda-benda tercampur dan 40% dari zat padat yang dapat disaring adalah berupa bahan organik alami. Pada umumnya kandungan bahan organik yang dijumpai dalam air limbah berisikan 40 – 60% adalah protein, 25 – 50% berupa karbohidrat serta 10% lainnya berupa lemak atau minyak.

Parameter kimia organik yang dapat dipakai untuk menilai kualitas limbah adalah:

### 1) BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD adalah jumlah miligram per liter oksigen yang dibutuhkan untuk dekomposisi senyawa-senyawa organik pada kondisi aerobik pada suhu dan waktu inkubasi standar. Jumlah oksigen yang diperlukan sangat tergantung pada konsentrasi senyawa organik, suhu, konsentrasi dan jenis bakteri. Nilai BOD dipengaruhi oleh banyak sedikitnya kandungan zat organik dalam air limbah, sehingga semakin tinggi zat organik yang terdapat dalam air limbah semakin tinggi nilai BOD-nya (Suharto, 2011; 356).

### 2) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dan anorganik dalam satu liter air limbah pada kondisi tertentu dengan menggunakan oksidator dikromat secara kimia. Tes COD memerlukan oksidasi kuat karena yang direduksi adalah senyawa organik baik yang biodegradable maupun non biodegradable.

#### b. Bahan Anorganik

Sedangkan zat anorganik yang penting perannya di dalam mengontrol air limbah adalah : pH, kadar khlor, alkalinitas, kadar sulfur, zat beracun dan chromat, logam berat seperti Ni, Mg, Pb, Cd, Zn, Cu, Fe, Metan, Nitrogen, Fosfor dan gas seperti Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang dapat menjadi penyebab iritasi maupun korosi dan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme serta mengganggu proses desinfeksi dengan khlor (Juli Soemirat, 2002; 112-117).

### 3. Sifat Biologis

Parameter biologis pada air limbah menggunakan bakteri Coliform sebagai organisme petunjuk (*indicator organism*). Dalam laboratorium, istilah *total coliform* menunjukkan bakteri Coliform dari tinja, tanah atau sumber lainnya. Istilah *fecal coliform* (Coliform tinja) menunjukkan bakteri coliform yang berasal dari tinja manusia atau hewan berdarah panas lainnya. Penentuan parameter biologis dimaksudkan untuk mencegah adanya mikroba patogen di dalam air (Ricki M. Mulia, 2005 ; 62)

#### **2.1.2.3. Parameter Penting Kualitas Air Limbah**

Beberapa parameter penting yang harus selalu dipantau dari limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit antara lain (Kusnoputranto, 1985; 45):

##### 1. Kandungan zat padat

Yang diukur dari zat padat ini adalah dalam bentuk total solids, suspended solids dan dissolved solids.

##### 2. Kandungan zat organik

Zat organik di dalam penguraiannya memerlukan  $O_2$  dan bantuan mikroorganisme. Salah satu penentu kandungan zat organik adalah dengan mengukur BOD (*Biological Oxygen Demand*) dari air limbah tersebut. Selain BOD diukur juga kandungan COD yang biasanya digunakan secara luas sebagai suatu ukuran kekuatan pencemaran dari air limbah. Akibat yang ditimbulkan apabila kekuatan COD pada air limbah tinggi mengakibatkan air kekurangan oksigen yang dibutuhkan oleh kehidupan di dalam air (Pramudya Sunu, 2001; 129-130).

### 3. Kandungan zat anorganik

Beberapa komponen zat anorganik yang penting untuk mengawasi kualitas limbah cair antara lain nitrogen dalam senyawa nitrat, fosfor dalam fosfor total, dan logam-logam berat seperti air raksa (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd), magnesium (Mg) dan lain-lain. Bila limbah anorganik langsung di buang di air lingkungan, maka akan terjadi jumlah peningkatan ion logam berat, bila terbuang ke air lingkungan sangat berbahaya bagi kehidupan khususnya manusia (Pramudya Sunu, 2001; 130)

### 4. Gas

Adanya gas  $N_2$ ,  $O_2$  dan  $CO_2$  pada air limbah berasal dari udara yang larut ke dalam air, amoniak ( $NH_3$ ) dan  $CH_4$  berasal dari dekomposisi air limbah. Oksigen di dalam air limbah dapat diketahui dengan mengukur DO (*Dissolved Oxygen*), dimana jumlah oksigen di dalam air sering digunakan untuk menentukan besarnya pencemaran zat organik dalam larutan. Kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen setiap liter air (5 bpj atau 5 ppm). Umumnya laju konsumsi kelarutan oksigen dalam air, jika udara bersentuhan dengan permukaan air yang bertekanan 760 mm dan mengandung 21% oksigen (Tresna Sastrawijaya, 2009; 102-103).

### 5. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman sebaiknya netral, tidak dalam kondisi asam maupun basa karena untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi. air adalah bahan pelarut yang baik sekali, maka dibantu dengan pH yang tidak

netral dapat melutukan berbagai element kimia yang dilaluinya (Juli Soemirat, 2002; 116).

#### 6. Suhu

Suhu air limbah pada umumnya tidak banyak berbeda dengan suhu udara, tetapi lebih tinggi dari suhu air minum. Suhu air yang meningkat dapat menghambat reaksi-reaksi biokimia di dalam saluran atau pipa (Juli Soemirat, 2002; 112).

#### 7. Bakteri coli

Bakteri golongan coli terdapat secara normal di dalam usus dan tinja manusia. Sumber bakteri pathogen dalam air limbah berasal dari tinja manusia yang sakit. Untuk menganalisa bakteri pathogen yang terdapat dalam air limbah cukup sulit, sehingga sebagai parameter mikrobiologis digunakan perkiraan terdekat jumlah golongan coliform dalam 100 ml air limbah.

##### ***2.1.2.4. Pengolahan Limbah Rumah Sakit***

Pada awalnya tujuan pengolahan air limbah adalah untuk menghilangkan bahan-bahan tersuspensi dan terapung, pengolahan bahan organik biodegradable serta mengurangi organisme patogen. Namun sejalan dengan perkembangannya, tujuan pengelolaan air limbah sekarang ini juga terkait dengan aspek estetika dan lingkungan (Depkes RI, 1993).

Berikut adalah kegiatan yang dilakukan pada pengolahan air limbah beserta tujuannya:

Tabel 2.2 Kegiatan Pengolahan Air Limbah Beserta Tujuannya

No.	Jenis Kegiatan	Tujuan Pengolahan
1	Penyaringan	Untuk menghilangkan zat padat
2	Perajangan	Memotong benda yang berada di dalam air limbah
3	Bak penangkap pasir	Menghilangkan pasir dan koral
4	Bak penangkap lemak	Memisahkan benda terapung
5	Tangki ekualisasi	Melunakan air limbah
6	Netralisasi	Menetralkan asam atau basa
7	Pengendapan/pengapungan	Menghilangkan benda tercampur
8	Reaktor lumpur aktif/aerasi	Menghilangkan bahan organik
9	Karbon Aktif	Menghilangkan bau, benda yang tidak dapat diuraikan
10	Pengendapan kimiawi	Mengendapkan fosfat
11	Nitrifikasi/denitrifikasi	Menghilangkan nitrat secara biologis
12	Air stripping	Menghilangkan amoniak
13	Pertukaran ion	Menghilangkan jenis zat tertentu
14	Saringan pasir	Menghilangkan partikel padat yang lebih kecil
15	Osmosis/elektrodialisis	Menghilangkan zat terlarut
16	Desinfeksi	Membunuh mikroorganisme

Sumber: Sugiharto, Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah

Kegiatan di atas dalam prakteknya tidak semua dipergunakan karena disesuaikan dengan kebutuhannya. Adapun secara garis besar kegiatan pengolahan air limbah dapat dikelompokkan menjadi 6 bagian, antara lain (Sugiharto, 1987):

#### 1. Pengolahan pendahuluan (*pre treatment*)

Sebelum mengalami proses pengolahan perlu kiranya dilakukan pembersihan-pembersihan agar mempercepat dan memperlancar proses pengolahan selanjutnya. Kegiatan tersebut berupa pengambilan benda terapung dan pengambilan benda yang mengendap seperti pasir.

a. Pengambilan benda terapung

Tahap awal pengolahan air limbah adalah menghilangkan zat padat kasar. Pada umumnya proses tersebut dengan jalan melewatkan air limbah melalui saringan kasar untuk menghilangkan benda yang besar. Apabila rak dan saringan kasar tidak digunakan alat pencacahan (*communitor*) untuk mendorong zat padat yang terdapat di dalam air limbah kemudian tanpa mengambilnya dari aliran air tersebut.

b. Pengambilan benda mengendap (pasir)

Bak penangkap pasir direncanakan untuk menghilangkan kerikil halus yang berupa pasir, koral atau zat padat berat lainnya yang mengalami penurunan kecepatan atau mempunyai gaya berat lebih besar dari zat organik yang dapat membusuk di dalam air limbah. Tergolong dalam kerikil halus seperti kulit telur, potongan tulang, biji-bijian dan zat organik seperti sisa makanan.

2. Pengolahan pertama (*primary treatment*)

Pengolahan pertama bertujuan untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan atau pengapungan. Pengendapan adalah kegiatan utama pada tahap ini dan pengendapan yang dihasilkan terjadi karena adanya kondisi yang sangat tenang. Bahan kimia juga dapat ditambahkan untuk menetralkan keadaan atau meningkatkan pengurangan dari partikel kecil yang tercampur.

Dengan adanya pengendapan ini, maka akan mengurangi kebutuhan oksigen pada pengolahan biologis berikutnya dan pengendapan yang



terjadi adalah pengendapan secara grafitasi. Untuk mengambil zat-zat yang tercampur selain dengan cara pengendapan dapat juga dipergunakan cara pengapungan dengan menggunakan gelembung gas guna meningkatkan daya apung campuran. Dengan adanya gas ini membuat larutan menjadi kecil sehingga campuran akan mengapung. Pembentukan gelembung udara dapat dilakukan dengan cara menyemprotkan udara ke dalam larutan atau dengan cara memasukkan campuran air limbah ke dalam tabung tertutup kemudian udara dalam tabung tersebut dikeluarkan.

### 3. Pengolahan kedua (*secondary treatment*)

Pengolahan kedua mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya. Pada proses ini sangat dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kekotoran, jenis kotoran dan sebagainya. Reaktor pengolahan lumpur aktif biasanya dipergunakan pada tahap ini.

Terdapat dua hal penting dalam proses biologis ini, antara lain:

#### a. Proses penambahan oksigen (Aerasi)

Pengambilan zat pencemar yang terkandung di dalam air limbah merupakan tujuan pengolahan air limbah. Penambahan oksigen adalah salah satu usaha dari pengambilan zat pencemara tersebut, sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur. Cara untuk menambahkan oksigen ke dalam air limbah yaitu dengan memasukkan udara ke dalam air

limbah (melalui benda *porous* atau *nozzle*) dan memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen.

b. Proses pertumbuhan bakteri

Bakteri diperlukan untuk menguraikan bahan organik yang ada di dalam air limbah. Oleh karena itu, diperlukan jumlah bakteri yang cukup untuk menguraikan bahan-bahan tersebut. Bakteri itu sendiri akan berkembang biak apabila jumlah makanan yang terkandung di dalamnya cukup tersedia, sehingga pertumbuhan bakteri dapat dipertahankan secara konstan.

4. Pengolahan ketiga (*tertiary treatment*)

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan-pengolahan terdahulu. Oleh karena itu, pengolahan jenis ini baru akan dipergunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua masih banyak zat tertentu yang berbahaya bagi masyarakat umum. Pengolahan ketiga ini merupakan pengolahan secara khusus sesuai dengan kandungan zat terbanyak dalam air limbah, biasanya dilaksanakan pada pabrik yang menghasilkan air limbah khusus pula. Beberapa jenis pengolahan yang sering digunakan diantaranya saringan pasir, saringan multi media, precoal filter, mikrostraining, vacuum filter, penyerapan atau adsorption, pengurangan besi dan mangan, perubahan CN, serta osmosis bolak balik.

5. Pembunuhan kuman (*desinfection*)

Pembunuhan bakteri bertujuan untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada di dalam air limbah. Mekanisme

pembunuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri. Banyak zat pembunuh kimia termasuk khlorin dan komponennya mematikan bakteri dengan cara merusak atau menginaktifkan enzim utama, sehingga terjadi kerusakan dinding sel. Mekanisme lain dari desinfeksi adalah dengan merusak langsung dinding sel seperti yang dilakukan apabila menggunakan bahan radiasi ataupun panas.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih bahan kimia bila akan digunakan sebagai bahan desinfeksi antara lain:

- a. Daya racun zat kimia tersebut
  - b. Waktu kontak yang diperlukan
  - c. Efektivitasnya
  - d. Rendahnya dosis
  - e. Tidak toksik terhadap manusia dan hewan
  - f. Tetap tahan terhadap air
  - g. Biaya murah untuk pemakaian yang bersifat masal
6. Pembuangan lanjutan (*ultimate disposal*)

Dari setiap tahap pengolahan air limbah, maka hasilnya adalah lumpur yang perlu diadakan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan. Jumlah dan sifat lumpur air limbah sangat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain jenis air limbah itu sendiri, tipe/jensi air limbah yang diterapkan, dan metode pelaksanaan. Proses pengolahan lumpur ini dapat melalui beberapa

tahap yaitu proses pemekatan, penstabilan, pengaturan, pengurangan air, pengeringan dan pembuangan.

#### **2.1.2.5. Teknik Pengolahan Air Limbah**

Teknik pengolahan air limbah secara umum dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu: pengolahan fisik, pengolahan kimia dan pengolahan biologis. Pada kondisi tertentu, pengolahan tersebut dapat diterapkan secara bersama-sama atau sendiri. Hal ini tergantung pada karakteristik air limbah yang akan diolah.

Ketiga teknik pengolahan limbah cair tersebut diantaranya yaitu (Ricki M Mulia, 2005; 59-62):

##### **1. Pengolahan fisik**

Pada umumnya pengolahan air limbah didahului dengan pengolahan secara fisik, sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Jenis pengolahan fisik banyak dijumpai di lapangan, antara alain adalah *screening*, *sedimentation*, *grift chamber*, *flootation*, *absorption* dan lain-lain. Pengolahan fisik, pada pengolahannya lebih banyak ditekankan untuk menghilangkan materi terapung (berukuran besar) dan mengendapkan material diskrit. Untuk menghilangkan materi terapung berukuran besar, lazimnya digunakan *screening*.

##### **2. Pengolahan kimia**

Pengolahan secara kimia pada air limbah lazimnya digunakan untuk menghilangkan partikel yang tidak mudah mengendap (*koloid*), logam-logam berat, senyawa phospat, dan organik beracun. Prinsip pengolahan secara kimia adalah dengan membubuhkan bahan kimia tertentu pada air limbah,

sehingga terjadi perubahan sifat pada air limbah tersebut. Perubahan sifat yang dimaksud antara lain adalah berubah dari tidak dapat mengendap menjadi dapat mengendap (koagulasi dan flokulasi), dari beracun menjadi tidak beracun (netralisasi) dan lain-lain.

### 3. Pengolahan biologis

Pengolahan air limbah secara biologis diterapkan pada semua air limbah yang bersifat organik. Apabila dilihat dari bakteri yang terdapat dalam pengolahan air limbah secara biologis, maka pengolahan secara biologis dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu pengolahan secara aerob dan anaerob. Proses aerob yaitu proses pengolahan air limbah dengan melibatkan bakteri aerob, yaitu bakteri yang ada di dalam aktivitas kehidupannya senantiasa membutuhkan kehadiran oksigen. Proses anaerob adalah proses sebaliknya yaitu tidak membutuhkan oksigen dalam aktivitas kehidupannya.

#### ***2.1.2.6. Baku Mutu Limbah Cair***

Untuk melakukan pemantauan terhadap effluen limbah cair yang diolah, perlu dibandingkan dengan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit.

Tabel 2.3 Baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
I	FISIKA		
01.	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	30
02.	TSS	mg/l	30
II	KIMIA		
01.	pH	-	6,0-9,0
02.	BOD <sub>5</sub>	mg/l	30
03.	COD	mg/l	80
04.	NH <sub>3</sub> Bebas	mg/l	0,1
05.	Phospat (PO <sub>4</sub> )	mg/l	2
III	MIKROBIOLOGI		
01.	Coliform	MPN	5000

Sumber: Kep. Gubernur Jawa Tengah No. 5 tahun 2012

### 2.1.3. Amoniak (NH<sub>3</sub>)

Amoniak adalah senyawa kimia dengan rumus NH<sub>3</sub>. Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. Amoniak merupakan senyawa nitrogen yang terpenting dan paling banyak di produksi. Walaupun amoniak memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di bumi, amoniak sendiri merupakan senyawa kausatik dan dapat merusak kesehatan. Sumber amoniak di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan anorganik oleh mikroba dan jamur (Hefni Effendi, 2003; 148).

#### 2.1.3.1. Suhu dan pH

Amoniak yang terukur di perairan berupa amoniak total (NH<sub>3</sub> dan NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Amoniak bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dapat terionisasi. Persentase amoniak bebas meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, amoniak tak terionisasi yang bersifat

toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak. Amoniak bebas ( $\text{NH}_3$ ) yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amoniak terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu (Hefni Effendi, 2003; 149).

### 2.1.3.2. Bahaya Amoniak ( $\text{NH}_3$ )

Pada umumnya Amoniak tidak mudah terbakar, tetapi apabila campuran udara dan amoniak dalam ruangan 13-27% maka akan meledak dan terbakar. Amoniak dapat terbakar pada daerah mudah terbakar : 16-25 % (LFL-UFL). Suhu kamar : 651 °C. Amoniak juga dapat menjadi korosif apabila terkena tembaga dan timah. Selain itu amoniak 0,2% sampai dengan 0,3% dari volume ruangan menyebabkan kematian. Konsentrasi amoniak yang tinggi pada permukaan air akan menyebabkan kematian ikan, udang, dan binatang air lainnya yang terdapat pada perairan tersebut. Kadar amoniak yang tinggi pada air sungai menunjukkan adanya pencemaran, akibatnya rasa air sungai kurang enak dan berbau. Pada air minum kadar amoniak harus nol dan pada air sungai di bawah 0,5 mg/L (Suharto, 2011; 358).

Risiko utama dan sasaran organ paparan amoniak ( $\text{NH}_3$ ) antara lain (SIKerNas, 2012):

1. Paparan jangka pendek

- a. Terhirup

Luka bakar, berkurangnya sensasi penciuman, mual, muntah, nyeri pada dada, kesulitan bernafas, sakit kepala, kerusakan paru.

b. Kontak dengan kulit

Kulit terbakar

c. Kontak dengan mata

Terbakar, keluar air mata, buta dan glaukoma.

d. Tertelan

Dari hasil pengujian menggunakan hewan uji yang diberi senyawa yang secara struktur berhubungan, mengindikasikan bahwa dapat terjadi efek saluran pencernaan, seperti muntah dan diare.

2. Paparan jangka panjang

a. Terhirup

Gangguan pencernaan

b. Kontak dengan kulit

Kulit terbakar

c. Kontak dengan mata

Terbakar, keluar air mata, buta dan glaucoma

d. Tertelan

Pada anjing yang diberi pakan ammonia 300 mg/kg/hari selama 48 minggu dilanjutkan 18 minggu dengan dosis yang lebih rendah, terdapat sedikit peningkatan berat hati dan ginjal.

#### 2.1.4. Zeolit

##### 2.1.4.1. Pengertian Zeolit

Zeolit merupakan golongan aluminosilikat berdimensi tiga. Zeolit membawa suatu muatan negatif pada kerangka aluminosilikat yang diimbangi



dengan kation-kation logam alkali atau alkali-tanah yang berdekatan. Zeolit memiliki lebih banyak struktur terbuka yang terdiri atas rongga polihedral yang dihubungkan oleh terowongan-terowongan.



Gambar 2.1 Zeolit alam

Banyak zeolit dijumpai di alam, tetapi material ini juga dapat disintesis pada kondisi terkendali untuk menghasilkan rongga dengan ukuran dan bentuk yang sangat seragam. Kebanyakan zeolit mengandung molekul air dalam rongganya, yang berfungsi sebagai fasa gerak untuk migrasi kation-kation penyeimbang muatan. Hal ini memungkinkan zeolit bisa berfungsi sebagai material penukar ion (dimana satu jenis ion positif dengan mudah dapat dipertukarkan dengan ion positif lain) dan merupakan kunci kemampuannya untuk melunakkan air. Penggunaan zeolit yang kedua didapatkan dari kemudahannya yang juga mampu mengadsorpsi molekul kecil (David W. Oxtoby, 2003).

#### 2.1.4.2. Sifat-Sifat Zeolit

Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori yang tertentu. Oleh sebab itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator.

Sifat zeolit meliputi (Mursi Sutarti, 1994; 3-5) :

##### a. Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorbsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan.

##### b. Adsorpsi

Pengertian adsorpsi sendiri adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya. Definisi lain menyatakan adsorpsi sebagai suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari

suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben (Brady, 1999).

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$ - $400^{\circ}\text{C}$  maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Beberapa jenis mineral zeolit mampu menyerap gas sebanyak 30% dan beratnya dalam keadaan kering.

Selain mampu menyerap gas atau zat, zeolit juga mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran dan kepolarannya. Meskipun ada dua molekul atau lebih yang dapat melintas, hanya sebuah saja yang dapat lolos karena adanya pengaruh kutub antara molekul zeolit dengan zat tersebut. Molekul yang tidak jenuh atau mempunyai kutub akan lebih mudah lolos daripada yang tidak berkutub atau yang jenuh.

c. Penukar ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation, suhu, dan jenis anion. Penukaran kation dapat menyebabkan perubahan sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorpsi dan aktifitas katalis.

d. Katalis

Ciri paling khusus dari zeolit yang secara praktis akan menentukan sifat khusus mineral ini adalah adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran di dalam strukturnya. Bila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas di antara kristal. Dengan demikian dimensi serta lokasi saluran sangat penting.

e. Penyaring/pemisah

Meskipun banyak media berpori yang dapat digunakan sebagai penyerap atau pemisah campuran uap atau cairan, tetapi distribusi diameter dari pori-pori media tersebut tidak cukup selektif seperti halnya penyaring molekul (zeolit) yang mampu memisahkan berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk, dan polaritas dari molekul yang disaring.

#### 2.1.4.3. Aktivasi Zeolit

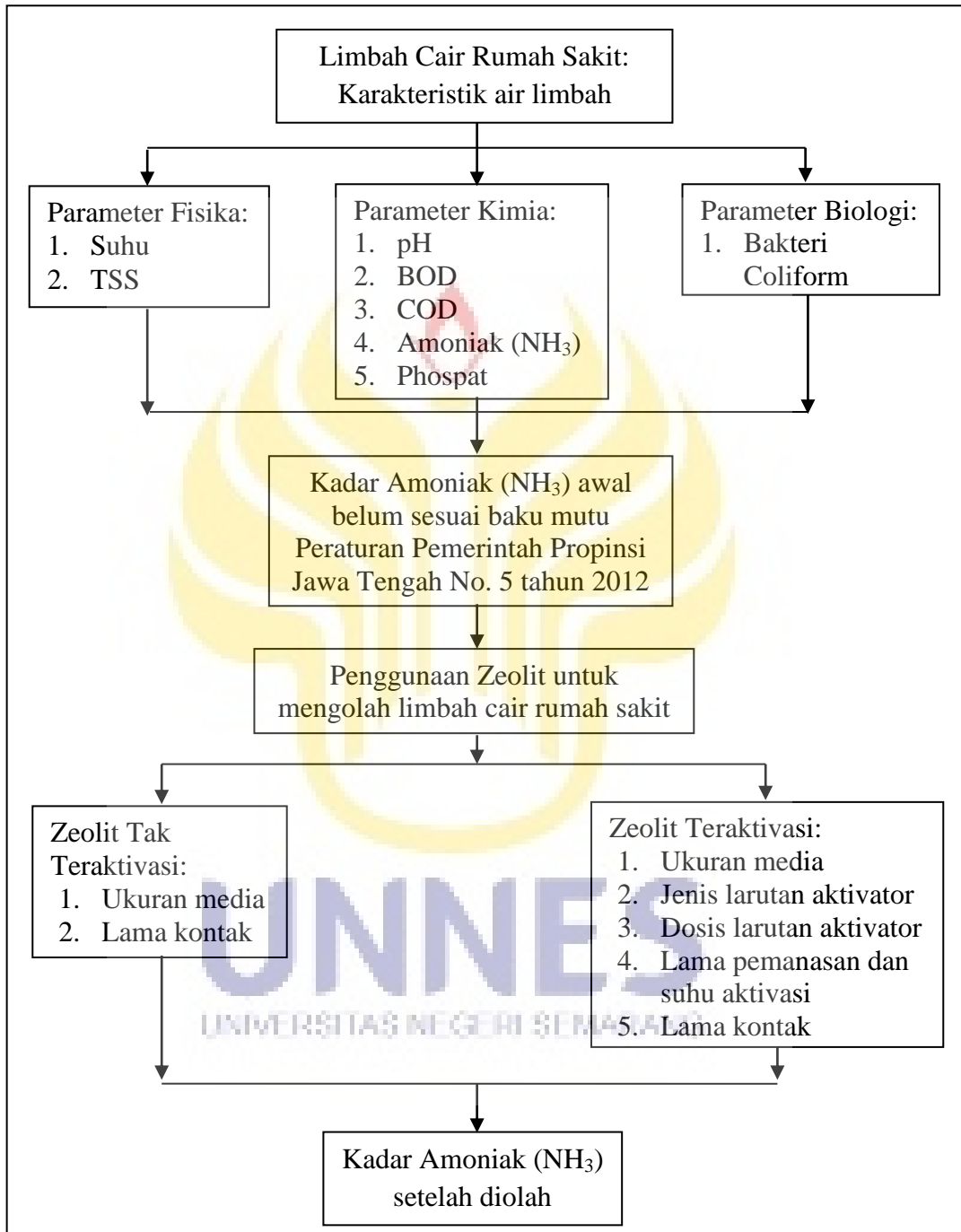
Proses aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dalam 2 cara yaitu secara fisika dan kimiawi. Aktivasi secara fisika berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit, sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Pemanasan dilakukan dalam oven biasa pada suhu 300-400<sup>0</sup>C (untuk skala laboratorium), atau menggunakan tungku putar dengan pemanasan secara penghampaan selama 3 jam atau tanpa penghampaan selama 5-6 jam (skala besar). Pengaktifan zeolit yang akan dimanfaatkan di bidang pertanian dan pengolahan air dilakukan pada suhu 150-225<sup>0</sup>C selama 2-3 jam dalam oven.

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan larutan asam ( $H_2SO_4$ ) atau basa (NaOH), dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Pereaksi kimia ditambahkan pada zeolit yang telah disusun dalam tangki dan diaduk selama jangka waktu tertentu. Zeolit kemudian dicuci dengan air sampai netral dan selanjutnya dikeringkan (Mursi Sutarti, 1994; 11-12).



## 2.2. KERANGKA TEORI

Kerangka teori dari skripsi ini dirangkum seperti pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Kerangka Teori

(Sumber: Kep. Gubernur Jawa Tengah, 2012; Juli Soemirat Slamet, 2002; Sugiharto, 1987; Pramudya Sunu, 2001; Suharto, 2011; Ricki M. Mulia, 2005; Hefni Effendi, 2003; Mursi Sutarti, 1994)

## **BAB VI**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. SIMPULAN**

Berdasarkan penelitian tentang perbedaan zeolit alam tak teraktivasi dan teraktivasi sebagai adsorben dalam menurunkan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada limbah cair rumah sakit umum daerah Ungaran didapatkan bahwa:

1. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) sebelum dan setelah perlakuan kontrol tanpa zeolit. Sedangkan perbedaan signifikan terdapat pada kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) sebelum dan sesudah perlakuan baik dengan media zeolit tak teraktivasi maupun media zeolit teraktivasi.
2. Terdapat perbedaan bermakna kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada limbah cair rumah sakit umum daerah Ungaran sebelum dan setelah perlakuan antara kontrol tanpa zeolit dengan zeolit tak teraktivasi dan zeolit teraktivasi.
3. Tidak terdapat perbedaan bermakna kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada limbah cair rumah sakit umum daerah Ungaran sebelum dan setelah perlakuan antara media zeolit tak teraktivasi dengan zeolit teraktivasi.

#### **6.2. SARAN**

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan antara lain:

### **6.2.1. Untuk Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran**

Bagi pihak rumah sakit yang ingin menerapkan media zeolit, cukup menggunakan media zeolit tak teraktivasi, karena berdasarkan hasil penelitian sudah terdapat penurunan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada media zeolit tak teraktivasi dan tidak memiliki perbedaan yang bermakna dengan hasil penurunan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada zeolit teraktivasi, sehingga tanpa perlu perlakuan aktivasi zeolit sudah cukup baik digunakan sebagai adsorben dalam menurunkan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) limbah cair. Akan tetapi perlu dilakukan penambahan dosis perlakuan dan dibutuhkan waktu kontak yang lebih lama antara media zeolit dan air limbah agar hasil kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dapat mendekati atau bahkan memenuhi baku mutu, dengan rasio perlakuan 0,5 gr zeolit/ 50 ml air limbah, selama 480 menit atau 100 gr zeolit / 100 ml air limbah selama 3 jam.

### **6.2.2. Kepada Penelitian Lanjutan**

Penelitian lanjutan dapat dilakukan demi kesempurnaan penelitian yang berkaitan dengan penggunaan media zeolit dalam penurunan kadar Amoniak ( $\text{NH}_3$ ). Penelitian dapat dilakukan berkaitan dengan variasi jumlah zeolit yang digunakan, variasi lama kontak zeolit.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arifah Khusnuryani, 2008, *Mikrobia Sebagai Agen Penurun Fosfat Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit*, Semnas Aplikasi dan Sains , Yogyakarta.
- Badrus Zaman, 2006, *Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok Terhadap Amoniak dalam Limbah Cair Rumah Sakit Berdasarkan Umur dan Lama Kontak (Studi Kasus: RS Panti Wilasa, Semarang)*, Jurnal Presipitasi, Universitas Diponegoro.
- Charles Banon, 2008, *Adsorpsi Amoniak Oleh Adsorben Zeolit Alam Yang Diaktivasi Dengan Larutan Amonium Nitrat*, Jurnal Gradien, Universitas Bengkulu.
- David W. Oxtoby, 2003, *Prinsip-Prinsip Kimia Modern Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Dewi Yuanita Lestari, 2010, *Kajian Modifikasi dan Karakteristik Zeolit Alam dari Berbagai Negara*, Jurnal Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Dirjen Pelayanan Medik, 1993, *Pedoman Pemeliharaan Instalasi Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit*, Depkes RI, Jakarta.
- G. Alaerts, Sri Sumestri, 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Gubernur Jawa Tengah, 2012, *Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Propinsi Jawa Tengah*
- Gempur Santoso, 2005, *Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*, Prestasi Pustaka Publisher, Jakarta.
- Hartiningsih, 1992, *Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit*, Balai Teknik Kesehatan Lingkungan, Yogyakarta.

- Haryoto Kusnoputranto, 1985, *Kesehatan Lingkungan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hefni Effendi, 2003, *Telaah Kualitas Lingkungan*, Kanisius, Yogyakarta.
- J. Supranto, 2000, *Teknik Sampling untuk Survei dan Eksperimen*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- James E. Brady, 1999, *Kimia Universitas: Asas & Struktur*, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Juli Soemirat Slamet, 2002, *Kesehatan Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1995, *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit Nomor 58 Tahun 1995*, Jakarta
- Kusriningrum R.S., 2008, *Perancangan Percobaan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- La Ode Sumarlin, 2010, *Pemerangkapan Ammonium ( $NH_4^+$ ) dari Urine Dengan Zeolit Pada Berbagai Variasi Konsentrasi Urine*, Jurnal Sains, UIN Jakarta
- M. Pranjoto Utomo, 2010, *Adsorpsi Nitrogen dari Urin dengan Zeolit*, Jurnal Penelitian Sainstek, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Metcalf & Eddy, 1991, *Waste Water Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw Hill, Singapore.
- M. Sopiudin Dahlan, 2006, *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan Uji Hipotesis dengan Menggunakan SPSS*, PT. Arkans, Jakarta.
- Munawir Amansyah, 2012, *Studi Kemampuan Tanaman Jerangau (*Acorus calamus*) dalam Menurunkan Amoniak ( $NH_3$ ) dalam Air Limbah Rumah Sakit*, Jurnal Kesehatan Lingkungan, Universitas Hasanuddin.

Mursi Sutarti, 1994, *Zeolit: Tinjauan Literatur*, PDII, Jakarta.

Nurlailis Handayani, 2010, *Adsorpsi Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT. IPMOMI Paiton dengan Metode Batch*, Jurnal Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 1992, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 159/Menkes/Per/II/1992 tentang Persyaratan Lingkungan Rumah Sakit*, Depkes RI, Jakarta.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2004, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1204/Menkes/Sk/X/2004*, Jakarta: Depkes RI.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 tahun 1990 tentang *Pengendalian Pencemaran Air*, 1990, Jakarta.

Pramudya Sunu, 2001, *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001*, Grasindo, Jakarta.

Pujaatmaka, A. Hadyana. 1999. *Kimia Untuk Universitas*. Erlangga, Jakarta.

Rahayu Retno Wijayanti, 2010, *Studi Pendahuluan Potensi Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar Amoniak Pada Air Lindi (Leachate) di TPA Banyuurip Kota Magelang*, Skripsi, Universitas Negeri Semarang.

Ricki M. Mulia, 2005, *Kesehatan Lingkungan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran, 2002, *Manual Operasi dan Pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Limbah*, RSUD Ungaran, Semarang.

\_\_\_\_\_, 2009, *Program Kerja Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit*, RSUD Ungaran, Semarang.

Sentra Informasi Keracunan Nasional, 2012, *Amoniak*, Badan POM RI, Jakarta

- Sermaida Hotmaria Harahap, 2013, *Pemanfaatan Zeolit Alam Sarulla Sebagai Penyerap Ammonia dari Limbah Cair Peternakan di Simalingkar B Medan*, Tesis, Univeritas Sumatera Utara.
- Silvia Rahmi Ekasari, 2013, *Penyisihan Amonia dari Air Limbah Menggunakan Gabungan Proses Membran dan Oksidasi Lanjut dalam Reaktor Hibrida Ozon-Plasma Menggunakan Larutan Penyerap Asam Sulfat*, Tesis, UI.
- Simparmin Br Ginting, 2009, *Analisis Kinetika Pertukaran Ion  $NH_4^+$  dan  $H^+$  pada Zeolit Alam Lampung dengan Shrinking Core Model*, Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Universitas Lampung.
- Soekidjo Notoatmodjo, 2002, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Soekidjo Notoatmodjo, 2005, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Sugiharto, 1987, *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, UI-Press, Jakarta.
- Sugiyono, 2000, *Statistik untuk Penelitian*, CV. Alfabeta, Bandung.
- Suharto, 2011, *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- Tio Fanta Silaban, 2012, *Dalam Peningkatan Kinerja Filter Air Untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)*, Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan, Universitas Lampung.
- Tresna Sastrawijaya, 2009, *Pencemaran Lingkungan*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2009 *tentang Rumah Sakit*. 2009, Jakarta.
- Widyastuti, palupi. 2006. *Bahaya Bahan Kimia pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan*. Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Wiganto Wiko Hananto, 2002, *Pengaruh Limbah Cair Rumah Sakit di Sekitar Rumah Sakit dr. Moewari Solo*, Jurnal Ilmu Lingkungan, Univeritas Sebelas Maret.